SHOUT
SHARE
IT

NEW YORK ACADEMY OF SCIENCES 1818
PER MARIA PER TERRAS
Library

Bound at
A. M. N. H.
1918

BOLLETTINO

DEL

R. COMITATO GEOLOGICO D'ITALIA

1915 — VOLUME XLV

1915 — Volume XLV

BOLLETTINO

55.06(45)

DEL

R. COMITATO GEOLOGICO

D'ITALIA

VOLUME QUARANTACINQUESIMO
(5° della V Serie)

N. 1 a 4

ROMA
TIPOGRAFIA DITTA LUDOVICO CECCHINI
—
1916

INDICE

DELLE MATERIE CONTENUTE NEL BOLLETTINO DEL 1915

(Volume quarantacinquesimo, o quinto della 5ª Serie)

NOTE ORIGINALI.

Pag.
CHECCHIA-RISPOLI G. — Sopra alcuni echinidi del Cretaceo superiore della Tripolitania 109
CREMA C. – Alcune notizie sulla polla di Cadimare, sulla Sprugola della Spezia e sui tentativi fatti per captarne le acque 337
FRANCHI S. — Le « arenarie di Annot » e la « zona ad Helminthoida » nell' Eocene delle Alpi marittime e dell'Appennino genovese 233
LOTTI B. — Il monte Fumaiolo e le sue sorgenti 115
MODERNI P. — Su la conca di Bolsena 93
NOVARESE V. — Il Quaternario in Val d'Aosta e nelle valli del Canavese. Parte III: Gli stadî Postwürmiani 137
SABATINI V. — Considerazioni sismologiche 197
ID. — Sulla conca di Bolsena. 223
TARICCO M. — Nota preliminare su località fossilifere nel Sarrabus . . . 351
TOSO P. — Sul modo di formazione dei giacimenti petroliferi e solfiferi . 7

Necrologia di Pietro Zezi (V. NOVARESE) 1

Bibliografia geologica italiana per il 1913.

Fascicoli 1-2 e 3-4. (*Veggasi l'indice per autori in fine della Bibliografia*).

ATTI UFFICIALI.

Nomine nel R. Comitato geologico III
Verbale dell'adunanza del 23 giugno 1915 IV
Relazione dei lavori di campagna e d'ufficio eseguiti nell'anno 1914 e 1° semestre 1915, e proposte per quelli da eseguirsi durante l'anno finanziario 1915-1916 XIII

INDICE DEI FASCICOLI.

Fascicolo 1-2:

Note originali 1-114
Bibliografia 1-44
Atti ufficiali. I-XXIV

Fascicolo 3-4:

Note originali 115-353
Bibliografia 45-106

PIETRO ZEZI

(1844-1914).

Bollettino del R. Comitato Geologico d'Italia

Serie V, Vol. V. Anno 1915. Fascicolo 1° e 2°

PIETRO ZEZI

L'improvviso aggravarsi di una malattia che da lungo tempo l'affliggeva spense, il 29 dicembre 1914, l'ingegnere PIETRO ZEZI, Ispettore superiore del Corpo Reale delle Miniere a riposo. La sua scomparsa è lutto di famiglia per l'Ufficio Geologico, di cui, per data di nomina, fu il primo e più antico funzionario, e Capo dalle origini fino al 1907.

Gian Pietro Zezi nacque a Cremona il 3 dicembre 1844; studiò matematiche nell'Ateneo pavese, e si laureò a Milano in quel Politecnico nel 1866. La campagna di guerra per l'indipendenza di quell'anno lo ebbe volontario nelle file dell'esercito. Entrato per concorso, verso la fine dell'anno seguente, nel Corpo Reale delle Miniere quale allievo ingegnere, fu, secondo la consuetudine del Corpo, mandato per un biennio a frequentare i corsi della Scuola imperiale delle Miniere di Parigi.

Erano quelli gli anni in cui l'Istituto di Stato per il rilevamento della Carta Geologica d'Italia, ideato fino dal 1861 ma non potuto attuare, andava a poco a poco prendendo forma concreta attraverso molteplici difficoltà politiche e finanziarie, grazie alla tenacia ed alla perseveranza di Quintino Sella e di Felice Giordano. Nell'intento di aggregare alla nascente istituzione, costituita allora dal solo Comitato geologico, composto di uomini maturi ed assorbiti da altri uffici, un giovane volenteroso che potesse dedicarvi intieramente la sua attività, si erano posti gli occhi sullo Zezi mentre era ancora a Parigi, raccomandandogli di specializzarsi nello studio della geologia ed incaricandolo, per completare la sua istruzione, di visitare alcuni dei Servizi geologici di Stato stranieri allora in funzione.

In seguito a ciò, al suo ritorno in Italia, nella seconda metà del 1869, colla nomina ad Ingegnere di 3ª classe nel Corpo delle Miniere, ebbe pure quella di Segretario del Comitato Geologico, che era insieme il germe primo dell'Ufficio Geologico e la designazione nel futuro a Capo di esso dello Zezi. E come primo arrivato gli toccò un grave compito perchè, sia pure sotto la guida del Giordano e dei maggiori uomini del Comitato Geologico di allora, dovette organizzare l'Ufficio nascente ed impiantarne ad uno ad uno i varii servizi, a cominciare da quello importantissimo del Bollettino, per venire alla stampa delle carte geologiche e delle Memorie illustrative, alle collezioni scientifiche e tecniche ed agli schedarii bibliografici, nonchè i servizi d'ordine relativi. Di tutte queste cose all'ingresso dello Zezi nell'Ufficio non esisteva nemmeno l'embrione: ed a suo merito può dirsi che di quanto fece, trascorsi oramai quasi cinquant'anni si apprezzano ogni giorno di più i vantaggi, senza che siano venuti in luce apprezzabili inconvenienti. Ed a quest'opera lo Zezi dedicò l'intiera sua vita, che s'immedesima per ciò colla storia dell'Ufficio Geologico, nel quale Egli ha esplicato le migliori facoltà ed attitudini del suo temperamento, acquistando grandi benemerenze non solo verso l'Istituto che ha contribuito a creare, ma verso la scienza geologica in generale.

Perchè se l'incremento di questa, come di tutte le scienze, deriva in prima linea dalle indagini e dalla speculazione, per la sua particolare natura è indispensabile al suo regolare e continuo progredire, una buona organizzazione del lavoro, l'accurata conservazione ed ordinamento del materiale documentario, e la pronta ed efficace diffusione delle sue conquiste.

Questo secondo ordine di attività è, a torto, meno celebrato dell'altro più diretto, sebbene sia in non minore grado giovevole al progresso scientifico, perchè integra gli sforzi singoli, diminuendo od evitando nel lavoro faticoso di ricerca, la dispersione delle energie a scopi subordinati, e consente dello sforzo il massimo effetto utile: se non dà modo di mettere in mostra le brillanti qualità dell'ingegno, esige in chi vi si dedica solide virtù di ordine, alacrità, perseveranza ed abnegazione, che non meno delle altre sono rare e pregevoli. E sotto questo rispetto, come dimostrano i risultati ottenuti, la scelta dello Zezi fu felice e prova l'acume di chi la fece, intravedendo nel giovane i requisiti indispensabili all'incarico ponderoso che gli si affidava.

Nè può dirsi che lo Zezi sia rimasto del tutto estraneo alle indagini geologiche nel senso stretto della parola. Egli ha per non pochi anni partecipato al rilevamento dell'Ufficio nella Campagna romana, nel Lazio e nell'Abruzzo, e parecchi fogli della Carta Geologica di quelle regioni portano il suo nome; scrisse pure talune note illustrative dei terreni rilevati ed altre di applicazioni geologiche, ma in complesso questa parte della sua operosità appare scarsa perchè per l'elaborazione scientifica di quanto aveva osservato gli mancò sempre il tempo, essendo le sue attività di operatore e di studioso subordinate alle esigenze della sua carica di Direttore dell'Ufficio, che Egli adempì sempre con molta coscienza e scrupolo.

La maggiore di queste fu la redazione del « *Bollettino del R. Comitato Geologico* » iniziato da Lui nel 1870, e di cui si occupò sempre con grande amore finchè rimase nell'Ufficio. Le prime annate del *Bollettino* sono opera sua per la cospicua parte che allora vi prendevano le notizie bibliografiche, gli estratti di opere recenti e le notizie geologiche diligentemente rintracciate in numerose pubblicazioni nazionali e straniere. Il *Bollettino del R. C. G.*, prima pubblicazione periodica d'indole esclusivamente geologica e mineralogica che vedesse la luce in Italia, dava a buon diritto larga parte a questo, che era invero puro lavoro di compilazione, ma che mirava a divulgare rapidamente il progredire della conoscenza geologica dell'Italia, col dare notizia di quanto rimaneva prima sconosciuto e disperso in giornali, riviste ed atti accademici nazionali e stranieri difficilmente accessibili ai più. Incontrò per tale novità subito tanto favore che della prima annata si dovettero ristampare parecchi numeri per le richieste avute nell'anno successivo, circostanza più unica che rara in pubblicazioni congeneri.

La raccolta del Bollettino rispecchia, col mutarsi graduale del carattere del periodico, lo svilupparsi dell'Istituto che si va arricchendo di personale e di mezzi; le note originali vanno crescendo di numero e la parte di compilazione, riducendosi, si trasforma diventando, specialmente per merito dello Zezi, che vi si dedica con passione meglio ancora che con amore, una compiuta rassegna bibliografica italiana redatta con sereno spirito obbiettivo ed aliena da ogni polemica. Il primo embrione della forma definitiva attuale si trova nella « *Bibliografia mineralogica e litologica dell'anno* 1880 » del Bollettino del 1881, la quale, continuata per qualche anno, è interrotta per dar luogo alla « *Bibliografia geologica e paleontologica della provincia di Roma* » nel 1886, primo saggio di ciò che, allargato a tutta l' Italia, diventerà nell'anno successivo la « *Bibliografia geologica italiana per l'anno* 1886 », prima della serie che ancora continua e tanto favore si è acquistato fra i cultori delle discipline geologiche. Lo Zezi non solo diresse sempre questo lavoro della Bibliografia, ma compilò altresì una parte cospicua delle recensioni di ogni anno finchè rimase a capo dell' Ufficio.

Per opera dello Zezi il Bollettino esercitò anche una notevole influenza sul linguaggio geologico scientifico italiano, cooperando alla sua unificazione, dalla quale mezzo secolo fa si era ancora assai lontani per i più scarsi contatti fra i geologi, la diversità delle scuole e la mancanza dei trattati originali italiani. Lo Zezi colla cura meticolosa che poneva in ogni suo lavoro, si studiò sempre di ridurre ad unità la terminologia delle note originali di cui rivedeva attentamente le bozze e di indirizzare a tale scopo anche le recensioni bibliografiche senza preoccuparsi della taccia di pedanteria che spesso affrontò.

In stretta relazione colla Bibliografia del Bollettino è l'importantissimo schedario bibliografico esistente presso l'Ufficio geologico che registra tutte le opere interessanti la geologia dell'Italia e regioni confinanti, iniziato fin dai primordii dall' Ufficio, e tenuto a giorno con assidua cura dallo Zezi. Questo schedario di oltre 30.000 numeri, a doppio esemplare perchè ordinato per autori e per regioni, è già stato di prezioso ausilio per la pubblicazione della Bibliografia geologica italiana compilata dal Portis nel 1881, ma da quel tempo il numero delle schede si è più che raddoppiato, non solo per i la–

vori comparsi dopo quell'anno, ma per l'opera non mai interrotta di completamento della parte più antica. Sebbene lo schedario sia sempre a disposizione degli studiosi, sarebbe desiderabile la sua pubblicazione, a maggior vantaggio della scienza, come ne è stato ripetutamente esternato il voto.

Alle cure dello Zezi, che per quanto rifletteva l'organizzazione dell'Ufficio ebbe nel compianto ingegnere Claudio Sormani un impareggiabile coadiutore, si debbono pure l'ordinamento della Biblioteca giunta a 50.000 volumi, e delle collezioni di cui non esisteva traccia quando fu fondato l'Ufficio, e costituitesi abbastanza rapidamente non ostante i frequenti traslochi dei primi anni; da Firenze a Roma nell'ex-convento della Vittoria nel gennaio 1874; da questa prima sede a San Pietro in Vincoli nell'aprile del 1875, per tornare nel marzo del 1883 al nuovo edificio costrutto sull'area del demolito convento della Vittoria, dove è tuttora l'Ufficio. Queste vicissitudini non interruppero l'incremento della Biblioteca e delle collezioni, il quale anzi continuò così rigoglioso che sorse una nuova difficoltà, la lotta contro la deficienza dello spazio, essendosi nell'edificio di via Santa Susanna, destinato ad albergare esclusivamente le raccolte geologiche in corso di formazione e perciò esuberante in principio di locali, installati in via provvisoria vari altri istituti scientifici dipendenti dal Ministero di agricoltura, uno dei quali c'è ancora. Chi più risentì di questo inconveniente furono le collezioni, che solo recentemente poterono acquistare spazio per essere più razionalmente ordinate ed esposte.

All'infuori delle occupazioni dovute all'Ufficio, e di per sè abbastanza gravose per la continua attenzione e cura richiesta, lo Zezi ne ebbe pure altre in dipendenza più o meno diretta della carica rivestita.

Così ebbe dal 1875 al 1883 l'insegnamento della Mineralogia e Geologia alla Scuola d'applicazione per gl'ingegneri di Roma. Assai più tardi resse per più mesi, in qualità di R. Commissario, la Scuola industriale di Fermo, con tale illuminata fermezza da meritare non solo l'encomio del Ministero, ma anche la riconoscenza in più modi manifestata dagli altri enti che sussidiano l'Istituto e degli alunni di questo.

Lo Zezi contribuì pure alla fondazione in Bologna della Società Geologica Italiana, e ne fu più volte consigliere.

Molto e sinceramente schivo a far parlare di sè, per cortesia e per un innato amore di esattezza e precisione contribuì, senza figurare fra i collaboratori, alla revisione di non poche pubblicazioni d'indole geografica e statistica, fra le quali citerò la voluminosa opera intitolata la « Patria », apportando anche in tal lavoro la larghissima copia di erudizione che la lettura delle innumerevoli pubblicazioni in cui cercava ogni menomo accenno riguardante la geologia d'Italia, gli aveva fatto acquistare.

E per non smentire il detto « itala gente da le molte vite » lo Zezi ebbe pure una dote che le sue occupazioni abituali ed il modo scrupoloso con cui vi adempiva non avrebbero lasciato supporre: fu valente musicista e così esperto nel piano da eseguire, come suol dirsi, a prima vista, qualunque più difficile spartito.

Lasciò nel 1907 l'Ufficio Geologico par passare col grado di Ispettore superiore all'Ispettorato delle Miniere, ma i primi accenni manifesti del male che lo minava e lo trasse alla tomba, gli consigliarono di domandare nel 1911 il collocamento a riposo. Abbandonò allora del tutto quelle che erano state le occupazioni dell'intiera sua esistenza, restringendosi alla famiglia finchè lo incolse la morte.

Quest'Uomo, benemerito e modesto, che ebbe rare doti d'ingegno e di criterio, e larga coltura, mentre la posizione in cui si trovò fino dall'inizio della carriera gli apriva una facile via concessa a pochi, ad acquistarsi una larga rinomanza, volle impiegarle al servizio della scienza in un modo a cui la maggior parte dei cultori di questa dà importanza secondaria. Questa specie di rinuncia, dovuta certo ad un austero concetto dei doveri della carica affidatagli, costituisce per Lui un altissimo titolo di merito. L'Ufficio Geologico, nel quale e per il quale Egli visse trentotto anni, che ne conserva e continua l'opera, esaltandone la memoria, onora il nome di Pietro Zezi fra quelli dei suoi instauratori, e s'inchina con grato e reverente affetto sulla sua tomba.

Ing. Vittorio Novarese.

NOTE ORIGINALI

I.

P. TOSO

già Ingegnere capo nel C. R. delle Miniere

SUL MODO DI FORMAZIONE DEI GIACIMENTI PETROLIFERI E SOLFIFERI

PRELIMINARI.

I.

FENOMENI PRODOTTI DALLE EMANAZIONI ENDOGENE GASSOSE.

Le emanazioni endogene gassose, nella loro salita verso l'esterno, depositano, come è noto, incrostazioni di minerali sulle pareti delle fratture dei terreni da esse attraversate e formano giacimenti filoniani; giunte poi alla superficie, generalmente si perdono. In alcuni casi speciali però queste emanazioni si immettono entro bacini lacustri o d'estuario ed in questi depositano il materiale in esse contenuto, oppure da esse ridotto e disciolto nel loro cammino, e danno origine a giacimenti di natura sedimentaria.

I seguenti, parmi siano da considerare come esempi di giacimenti filoniani e sedimentari prodotti contemporaneamente dalle stesse emanazioni endogene.

In Val Trompia (Brescia) si coltivarono, nella regione di Bovegno, dei giacimenti di siderite, sotto forma di filoni verticali entro fratture degli scisti carboniferi o permiani, come pure dei regolari banchi di siderite intercalati cogli strati di scisti marnosi detti *servino* attribuiti al Trias (1).

---

(1) Toso. — *Studio sulle condizioni dell'industria siderurgica in Lombardia*, pag. 18. (Pubblicazione del C. R. delle Miniere). — Roma 1899.

In Tunisia gli estesi e regolari banchi di fosfato calcico, racchiudenti sali fluoridrici, di Kala Djerda sono ricoperti dal calcare nummulitico e posano sopra argille ricche di cristalli di gesso, le quali alla loro volta coprono il calcare cretaceo, entro cui si incontrano vene ed ammassi di fosfato calcico contenente parimenti sali fluoridrici.

Al Messico nella Serra Banderas, entro fratture di banchi di calcare a rudiste, si rinvengono filoni e vene di solfo a ganga gessosa, evidentemente generati da emanazioni endogene di H_2S. Nella stessa regione i calcari a rudiste sono ricoperti da una formazione argilloso-calcarea, la quale racchiude strati di gesso, che parmi logico supporre prodotti dalle stesse emanazioni che, mentre diedero origine alle concentrazioni di solfo, penetrando nelle acque di bacini superficiali, per effetto di reazioni, di cui dirò più diffusamente in seguito, solfatizzarono il calcare disciolto nelle acque e depositarono strati di gesso.

Si ritiene che le emanazioni endogene di idrocarburi si comportino diversamente da tutte le altre e cioè non possano dare origine a giacimenti filoniani e neppure sedimentari, perchè gli idrocarburi raffreddandosi, non producono incrostazioni sulle pareti delle fratture, ma dei petroli i quali, a misura che vanno formandosi, sono spinti, dalla corrente delle emanazioni gassose e liquide, verso l'esterno, dove poi si disperdono.

Oltre a ciò si ritiene che gli idrocarburi, se non sono ad elevata temperatura, si dimostrino inerti sulle roccie da essi attraversate, epperciò non producano reazioni sulle pareti delle fratture, per cui anche per questo fatto le emanazioni di idrocarburi non dovrebbero formare depositi filoniani nè depositi sedimentari.

La presenza di irregolari e sporadiche concentrazioni di petrolio nelle regioni dove si svolgono idrocarburi risultò perciò finora inesplicabile.

Il presente scritto ha per scopo lo studio dei fenomeni che presentano le emanazioni endogene gassose, e specialmente degli idrocarburi, nel loro cammino verso l'esterno; da esso mi parve giustificato il desumere, contrariamente a quanto fin qui si suppose, che si verifichino i seguenti due fatti e cioè:

1°. Che anche le emanazioni di idrocarburi nella loro salita seguono regolari fratture del terreno e, lungo il loro percorso, producono concentrazioni di petrolio, soltanto però nel caso in cui queste fratture tagliano banchi permeabili, la cui speciale disposizione permette al petrolio di adunarsi al riparo dell'azione delle correnti ascendenti.

2°. Che gli idrocarburi, inerti sopra tutte le roccie, hanno però la proprietà, a temperatura ordinaria, di solfidratare il gesso, producendo calcare ed H_2S, il quale a sua volta può, ossidandosi, formare minerali di solfo.

In altre parole: anche gli idrocarburi endogeni possono produrre giacimenti di petrolio e di solfo.

Ricorderò come le correnti di gas endogeni sono generalmente accompagnate dall'acqua. Quando essi si emanano da profondi magma eruttivi dotati di elevata temperatura, è possibile che vaporizzino le acque che incontrano nel loro cammino, se queste sono relativamente in piccola quantità; i fenomeni presentati dai soffioni boraciferi di Toscana fanno supporre che soventi coi gas si sviluppino pure vapori acquei endogeni dotati di elevata temperatura, che gli autori chiamarono *acque iuvenili*.

I gas che si emanano da magma eruttivi aventi temperature meno elevate, percorrendo fratture di banchi acquiferi, non si limitano a saturare le acque e mineralizzarle, per poi continuare il loro percorso verso l'alto, ma nel maggior numero dei casi producono correnti ascendenti di acqua e gas le quali soventi si innalzano fino a riversarsi alla superficie.

Beeby Thomson osservava: « che l'acqua dovette essere l'agente « del trasporto dei petroli, ma che era difficile congetturare in quali « circostanze avveniva la sua migrazione attraverso i terreni ».

Per rilevare quali possano essere queste circostanze esaminerò dapprima per quali fatti le emanazioni di CO_2 ed H_2S, incontrando banchi calcarei acquiferi, danno origine a correnti di acque calcarifere ascendenti, le quali, giunte alla superficie, colle loro incrostazioni formano banchi di travertino; ed in seguito indagherò i fenomeni prodotti dagli idrocarburi, percorrenti fratture del terreno quando in esse penetrano delle acque.

II.

CORRENTI ACQUIFERE ASCENDENTI PROVOCATE DALLE EMANAZIONI DI CO_2 ED H_2S.

Nelle regioni metallifere del Massetano e del Monte Amiata si osservano, sopra gli scisti eocenici, delle masse di travertino quaternario, isolate e situate a diverse altimetrie; alcune anzi occupano i punti più culminanti dei dintorni, mentre i calcari retici, che indubbiamente dovettero fornire il materiale alle acque che dettero origine a questi travertini, raggiungono nella stessa regione altezze molto minori.

Questo fatto inesplicabile così viene ricordato dal Lotti (1): « Considerata in complesso la distribuzione di queste masse sparse di « travertino dei dintorni di Massa, si direbbe quasi che un tempo esse « abbiano dovuto formare una sola coperta, la quale sarebbe discesa « da Monte Arsenti verso S. E. passando pel poggio di Massa. Ma » come conciliare questa idea colla presente altimetria e coi rapporti « altimetrici esistenti fra i diversi lembi? E come ammettere che « siano scaturite copiose sorgenti calcarifere sulla cima di Monte Arsenti che è il punto culminante dei dintorni? . . . . . Sia come « vuolsi del resto ciò che vi ha di certo si è che l'origine dei travertini massetani, considerata la posizione della maggior parte di « essi su alture isolate, resterebbe inesplicata colla orografia attuale ».

Studiando i giacimenti metalliferi del Massetano e del Monte Amiata ho rilevato che esiste un intimo rapporto fra essi e le suddette masse di travertino; il che mi fece supporre che nelle emanazioni endogene di gas, che sempre accompagnano e seguono la formazione dei giacimenti metalliferi, debba trovarsi la causa delle sorgenti calcarifere generatrici dei travertini e del loro sollevamento a grandi altezze. Parmi inoltre d'aver trovato per quale fenomeno fisico-dinamico si siano contemporaneamente formate nel Massetano e nel Monte Amiata delle copiose sorgenti calcarifere in punti situati a diverse altitudini.

---

(1) B. LOTTI. — *Geologia della Toscana.* (Mem. descr. della Carta geologica d'Italia, vol. XIII, pag. 240) — Roma, 1910.

Ricordo che per sollevare i liquidi, in alcuni casi speciali, si ricorre con vantaggio ai così detti *emulsori*. Essi sono costituiti da un semplice tubo che pesca, per una certa altezza, nel serbatoio del liquido da sollevare: questo tubo, che chiamerò estrattore, riceve inferiormente, per mezzo di un altro tubo, sbuffi d'aria, stata compressa da appositi compressori, la quale espandendosi e ad un tempo emulsionando il liquido, posto nell' interno del tubo estrattore e diminuendone perciò la densità, promuove, per effetto della pressione del liquido che sta all'esterno. una corrente ascendente di liquido emulsionato coll'aria, il quale per ciò può innalzarsi anche a grandi altezze.

L'esperienza dimostrò che un emulsore ordinario può praticamente promuovere, entro il tubo estrattore, una corrente d'acqua emulsionata anche per un'altezza quadrupla di quella misurata fra il fondo del tubo estrattore ed il livello dell'acqua del bacino da cui questa si deve sollevare (1).

In altre parole, è praticamente possibile emulsionare l'acqua coll'aria, fino a ridurre il miscuglio ad una densità di $^1/_4$ di quella dell'acqua. Maggiori altezze nel sollevamento dei liquidi si possono conseguire col crescere della pressione e quindi della forza espansiva dell'aria.

E' noto che a questi emulsori ricorse l'ing. Frasch per sollevare il solfo, stato precedentemente fuso con acqua soprariscaldata, iniettata mediante tubi entro un profondo giacimento solfifero coltivato nella Louisiana (2).

Questo stesso fenomeno fisico deve verificarsi in natura in tutte le fratture del terreno, se dal basso penetrano entro di esse, a grande pressione, dei gas endogeni, come per esempio H_2S o CO_2, e se le fratture attraversano, in alto, banchi impermeabili come gli scisti, ed in profondità banchi calcari acquiferi.

---

(1) Si hanno esempi di emulsori stabiliti entro il tubo di un pozzo Norton che sollevano all'esterno acqua, il cui pelo sta alla profondità di 40 m. dalla superficie del terreno, ed il tubo estrattore e quello dell'aria compressa arrivano al fondo del pozzo dove l'acqua ha un' altezza di 14 m.

(2) Baldacci. — *Il giacimento solfifero della Louisiana.* (Pubblicazione del C. R. delle Miniere). — Roma, 1906.

Così devono spiegarsi le note sorgenti calcarifere ricche di CO_2 di Clermont-Ferrand, le quali danno origine a depositi di travertino.

In una delle valli di erosione fra le colline dell'Astigiano, a Montafia, esiste una sorgente saliente, della portata di alcuni litri al minuto secondo, di acque solfidriche. Essa viene alla superficie fra le sabbie acquifere plioceniche che qui hanno una stratificazione perfettamente orizzontale, estesa per molti chilometri, per cui è da escludere che si tratti di una sorgente artesiana.

Questa colonna d'acqua ricca di H_2S, saliente sulle sabbie acquifere, trova soltanto una spiegazione nell'esistenza qui di una emanazione endogena di H_2S, la quale provoca una colonna saliente di acqua emulsionata dall'H_2S.

Nelle regioni metallifere del Massetano e del Monte Amiata, dove appunto il terreno venne attraversato da fratture, da cui si svolsero e si svolgono tuttora emanazioni endogene gassose, non essendo la potenza degli scisti eocenici molto maggiore di quella dei sottostanti banchi di calcare mesozoici molto acquiferi, si può ammettere che il miscuglio prodottosi dall'acqua e dai gas, abbia potuto vincere l'altezza degli scisti eocenici e venire a sgorgare alla loro superficie.

I diversi centri di emanazione di gas dovevano produrre tante singole ed isolate sorgenti che, riversandosi sul terreno, formarono masse di travertino isolate ed a differenti altimetrie.

Basandomi su questo stesso fenomeno e ricordando queste pompe senza valvole e senza stantuffi, di cui si serve la Natura per sollevare acque stagnanti profonde, mi parve (come più diffusamente dirò in seguito) d'aver trovato plausibili motivi per ritenere che la formazione gessoso-solfifera di Sicilia sia stata, analogamente ai travertini, prodotta da emanazioni di gas H_2S e CO_2, che trasportarono entro bacini posti alla superficie, materiali calcariferi disciolti nelle acque sotterranee, i quali in speciali condizioni diedero origine dapprima a banchi di calcare concrezionato e poi di gesso.

Concludendo: le emanazioni endogene di CO_2, attraversando profondi banchi calcarei acquiferi, mentre sciolgono grandi quantità di calcare, trasportano ad un tempo alla superficie il materiale per la formazione di nuovi banchi calcarei.

Il fatto suaccennato della grande variazione di pressione che le colonne liquide e gassose sotterranee esercitano sulle pareti delle fratture, a seconda che viene ad aumentare o diminuire la quantità e la pressione dei gas, nel caso di emanazioni di idrocarburi, parmi possa fornire, come dirò in appresso, la spiegazione di un altro fenomeno geologico, cioè l'adunamento di petrolio entro banchi permeabili inclinati, o disposti a pieghe.

PARTE I.

Sul modo di formazione dei giacimenti petroliferi

I.

REGOLE PRATICHE SEGUITE NELLE RICERCHE PETROLIFERE.

E' oggetto di discussioni l'origine degli idrocarburi gassosi e liquidi, che alcuni vogliono organica vegetale od animale, ed altri inorganica od endogena; come pure finora non si trovò una plausibile spiegazione del modo con cui si formarono i giacimenti di petrolio, i quali non hanno caratteri comuni nè coi giacimenti sedimentari nè con quelli filoniani; sono cioè, come è noto, delle sporadiche concentrazioni di petrolio che non affiorano, situate a diverse profondità nelle regioni petrolifere. Per la ricerca di questi adunamenti di petrolio non si hanno perciò altri criteri che alcune regole desunte da osservazioni.

Fra queste regole, la più nota e la più accreditata è quella detta dell' « anticlinale »; ossia si ammette che i giacimenti petroliferi si trovino in special modo nelle cupole anticlinali di banchi formati da roccie compatte e permeabili, compresi fra terreni impermeabili. Un accentuato corrugamento di questi banchi formerebbe perciò una condizione necessaria per l'adunamento dei petroli.

Secondo un'altra regola, uno solo dei due rami formanti un anticlinale è petrolifero, l'altro ramo generalmente è sterile.

Come terza regola, ricorderò che nell'Appennino Emiliano è credenza che le zone petrolifere si trovino nelle regioni di avvallamenti, anzi ad un solo lato dei corsi d'acqua che li percorrono.

Gli ingegneri Camerana e Galdi (1) non ammettono per l'Emilia la regola dell'anticlinale; per essi la preferenza alle anticlinali, nell'Emilia, deve essere data solo perchè esse sono ricollegabili con possibili fratture prodottesi nelle pieghe dei banchi e perchè col loro sollevamento portarono verso l'esterno, o prossime ad affiorare, le assise contenenti i giacimenti.

L'Ing. Galdi in una recente pubblicazione (2), nel combattere l'idea che il corrugamento dei banchi permeabili sia necessario all'adunamento del petrolio, così scrive: « Non occorre poi rilevare « l'assurdità della regola dell'anticlinale allorquando si ammette l'ipo« tesi della genesi inorganica del petrolio.

« Resterebbe da spiegare la frequente coincidenza nelle zone pe« trolifere dell'estero, dei giacimenti colle volte anticlinali. Nelle re« gioni di accentuato corrugamento la cosa è facile, nel senso che, « come ho fatto notare innanzi, il numero delle pieghe principali o « secondarie è tale che ovunque si esegua una trivellazione si può so« stenere di essere su di anticlinale o d'andarla a toccare in profondità ».

L'ing. Bertolio (3) fece osservare come questa regola è frutto di osservazioni ed è tuttora seguita nella maggior parte delle ricerche petrolifere; ha sessanta anni di vita, e tanto non avrebbe certo durato, se al suo attivo non avesse contato molti successi, e per conseguenza non è efficace combatterla con presupposti genetici.

---

(1) E. Camerana e B. Galdi. — *I giacimenti petroleiferi dell'Emilia.* — (Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia, Vol. XIV). Roma, 1911.

(2) B. Galdi. — *La regola dell'anticlinale nella ricerca del petrolio.* (Industria chimica e mineraria, Anno I, pag. 75). Torino, 1914.

(3) S. Bertolio. — *La « Regola » dell'anticlinale.* (Industria chimica e mineraria, Anno I, pag. 236). Torino, 1914.

La seconda regola, secondo gli ingegneri Camerana e Galdi, si può ritenere confermata anche per l'Emilia, ed essi accettano la spiegazione, che dimostrerò artificiosa, data da Tassart; che cioè nel formarsi una piega anticlinale, i due suoi rami non risentirono una stessa pressione ed il petrolio venne ad adunarsi in quella parte della piega anticlinale ove gli strati erano meno compressi, cioè dalla parte opposta a quella in cui si è prodotta la spinta; in questa regione, sottoposta a sforzi più violenti, le fratture furono più facilmente ostruite dai frantumi provenienti dallo stritolamento energico che si era prodotto.

La terza regola, ammessa dai ricercatori della regione Emiliana, apparve all'ing. Bertolio (1) come appoggiata soltanto su fatti casuali, potendosi supporre che le valli abbiano favorito la ricerca dei petroli perchè abbreviarono la lunghezza delle perforazioni.

II.

IPOTESI FORMULATE PER SPIEGARE LA FORMAZIONE DEI GIACIMENTI PETROLIFERI.

Si credette di trovare una spiegazione genetica dei giacimenti petroliferi, suddividendoli in primari e secondari. I primari sarebbero delle concentrazioni petrolifere che si suppongono abbiano avuto luogo negli strati più profondi, donde il petrolio (protopetrolio) sarebbe poi partito per raggiungere gli strati superiori nei quali si trovano i giacimenti secondari conosciuti e coltivati.

Tale suddivisione venne pure adottata dagli ingegneri Camerana e Galdi per i giacimenti dell'Emilia ed essi in conseguenza supposero che i giacimenti finora sfruttati siano secondari e cioè derivati da altri primari, che dovrebbero esistere verosimilmente alla base delle argille scagliose, ad una profondità non ancora raggiunta.

---

(1) S. BERTOLIO. — *Sulla ricerca dei giacimenti di petrolio.* (Rassegna Mineraria, giugno 1899). Torino.

Per spiegare la migrazione del petrolio dai giacimenti primari (e principalmente dalle rocce argillose supposte le madri del petrolio) a quelli secondari, viene generalmente ammesso che siano state delle pressioni orogeniche che spremettero masse di idrocarburi primari e ne provocarono la migrazione verso l'alto, per capillarità e per diffusione, attraversando pile di strati anche aventi parecchie centinaia di metri di altezza.

Il prof. A. Stella (1) per studiare tale fenomeno della migrazione del petrolio fece esperienze ed ottenne il passaggio del petrolio dall'argilla alla sabbia, mediante la compressione di uno strato argilloso senza acqua, imbevuto di petrolio e posto a contatto con uno strato di sabbia asciutta.

Egli da ciò concluse che se in natura havvi un gruppo di strati costituiti da alternanze di sabbie e di argille, nelle quali ultime sia diffuso il petrolio, qualora intervengano forti pressioni determinate dal sovraccarico dei depositi sovrastanti e da azioni orogeniche, avverrà che il petrolio emigri in tutto od in parte, in modo da avere un gruppo di strati costituiti da sabbie produttrici e da argille industrialmente sterili.

In qual modo si supponga che venga effettuata la migrazione del petrolio dai giacimenti primari verso i terreni superficiali, filtrandosi anche attraverso massicci di 450 m. di potenza di roccie impermeabili e compatte, si trova particolarmente spiegato nel recente studio dell'ing. Galdi, fatto per incarico del Ministero, sui petroli dell'Italia Meridionale (2).

Da esso rilevasi come egli ritenga il petrolio di S. Giovanni Incarico dovuto ad idrocarburi di origine eruttiva, emanazione residua del grandioso periodo postpliocenico che si manifestò specialmente secondo l'asse della Valle Latina.

---

(1) A. STELLA. — *A proposito di genesi di giacimenti di petrolio.* (Rassegna mineraria, vol. XV). — Torino, 1899.

(2) B. GALDI. *Sul petrolio di S. Giovanni Incarico* (Caserta) — (L'industria Chimica, Mineraria e Metallurgica, Anno II, pag. 188). — Torino, 1915.

Circa il modo di formazione di quel giacimento così si esprime:

« Io credo che due aureole di idrocarburi si andarono formando « da ambo i lati, e fino a notevole distanza, della Valle Latina. Gli « adunamenti si trovano però solo dove la natura delle rocce li rese « possibili. Una favorevole superficie di raccolta dovette costituire il « contatto fra il mantello scisto–argilloso eocenico ed il calcare cre« taceo od anche nummulitico che gli servì di base.

« Ma l'ascesa del petrolio non avvenne d'un sol tratto; i gia« cimenti attuali rappresentano lo spostamento verso l'alto, ad inter« valli, delle masse profonde di idrocarburi, per effetto delle fortis« sime pressioni esercitate dai gaz e con l'ausilio di una specie di « aspirazione, quasi un tiraggio (operatosi per capillarità attraverso le « rocce) verso l'esterno.

« Recenti osservazioni sulle più note zone Emiliane mi hanno « dimostrato l'efficace influenza esercitata dalla natura dei ricopri« menti sulla profondità attuale dei giacimenti che si rinvengono. Le « masse idrocarburate non procedono di conserva durante il movi« mento migratorio; si produce invece un frazionamento della colonna « ascensionale, che del resto è possibile spiegare con molti esempi vol« gari e pratici senza ricorrere all'ipotesi di una differenziazione degli « idrocarburi secondo la densità. Alcune parti di massa arrivarono « prima negli strati superficiali; e se il massiccio era permeabile per « l'abbondanza di strati calcari di quell'orizzonte, gli idrocarburi si « dispersero ed i giacimenti attuali si rinvengono solo a partire da « una certa profondità. Laddove invece esisteva un ricoprimento più « argilloso, questo preservò gli adunamenti che vengono perciò ritro« vati a minor profondità.

« In quasi tutti i giacimenti si può riscontrare, dentro i limiti « della profondità già scandagliata, la esistenza di una massa prin« cipale di idrocarburi, ad un dato livello, allo stato diffuso ovvero « più o meno concentrato, a seconda della natura litologica del ter« reno; la quale massa è preceduta o seguìta da masse minori, da « essa distaccatesi durante l'ascesa. La massa principale costituisce « l'orizzonte principale oleifero di una determinata plaga; la distanza

« fra essa e le parti distaccate è talvolta considerevole e spiega suf-« ficientemente le sorprese di orizzonti inaspettati all'infuori del prin-« cipale già noto.

« L'impermeabilità delle rocce di ricoprimento non costituisce un « ostacolo assoluto alla grande dispersione degli idrocarburi e spe-« cialmente delle parti più volatili. A S. Giovanni Incarico, la mi-« grazione di queste ultime si effettuò attraverso un massiccio di « oltre 450 metri di spessore, malgrado la sua natura argillosa e la « struttura chiusa e compatta.

Molti autori trovano che non è fondata su fatti questa suddivisione di giacimenti primari e secondari e che non esistono motivi per escludere che tutti i giacimenti petroliferi siano originari.

Beeby Thompson fece osservare, come già accennai, che la grande abbondanza di acqua che si constata accompagnare il petrolio, dimostra che essa è stata senza dubbio, in molti casi, l'agente del trasporto, ma che è difficile congetturare in quali circostanze la migrazione abbia avuto luogo.

L'ipotesi della migrazione di masse di idrocarburi liquidi e gasosi per capillarità attraverso pile di strati formati da roccie impermeabili, non parmi ammissibile per le seguenti ragioni:

1° Le emanazioni endogene metallifere, accompagnate da vapori, le quali debbono pure avere in profondità esercitato grandi pressioni non inferiori a quelle delle emanazioni endogene di idrocarburi, non produssero il supposto fenomeno di diffusione per capillarità. Nei giacimenti metalliferi il distacco dei depositi di minerali dalle roccie incassanti sterili è generalmente netto.

2° La migrazione del petrolio per diffusione capillare non spiega il fenomeno più caratteristico che presentano gli adunamenti di petrolio limitati ad un solo ramo delle anticlinali dei banchi impermeabili, mentre l'altro è sterile.

3° La migrazione del petrolio per diffusione, ossia l'infiltrazione di esso attraverso i terreni impermeabili, dovrebbe dare costantemente origine a petroli tanto più densi quanto più profondi. Ora ciò non si verifica, e per spiegare l'esistenza di olii densi in pozzi poco profondi, e di olii leggeri a grandi profondità, i sostenitori dell'ipotesi in parola ricorsero alla supposizione che in una prima migrazione gli olii densi, filtrandosi, lasciarono nei terreni attraversati dei residui vischiosi carburati che poterono poi essere ripresi e trasportati in alto, durante una seconda migrazione, producendo così, in alto, adunamenti di petrolio più densi di quelli rinvenuti a maggiori profondità, in località vicine.

L'importanza che una razionale spiegazione genetica dei giacimenti di petrolio può avere nella loro ricerca, mi indusse ad interessarmi dell'argomento e studiare se, abbandonando l'ipotesi succitata, generalmente ammessa dagli autori e con la quale si interpretarono i giacimenti petroliferi italiani nei recenti studi pubblicati dagli ingegneri Camerana e Galdi, ed ammettendo invece l'ipotesi tanto più semplice che le emanazioni endogene di idrocarburi nel portarsi verso la superficie, abbiano, come le emanazioni endogene metallifere, seguìto regolari fratture o faglie, sia possibile spiegare i diversi fenomeni che presentano le concentrazioni di petrolio.

Ora da questo esame mi parve giustificata la seguente ipotesi, che io chiamerò filoniana, colla quale si dimostrerebbero fondate tutte e tre le regole succitate, come pure si darebbe una facile spiegazione dei tanti inesplicati fenomeni che si incontrano nella coltivazione del petrolio; la sottopongo al lettore, nella lusinga che possa riuscire di qualche utilità pratica.

III.

NUOVA IPOTESI SUL MODO DI FORMAZIONE DEI GIACIMENTI PETROLIFERI.

Premetto che studiando i giacimenti solfiferi siciliani trovai argomenti per dimostrare come siano stati originati da emanazioni endogene di idrocarburi, le quali dovettero cominciare a svilupparsi soltanto dopo che i banchi di gesso, attribuiti al Miocene superiore, si erano formati, e cioè nel periodo pliocenico o postpliocenico, poichè, come già accennai, furono questi idrocarburi che, venendo a lambire i gessi li ridussero, producendo i minerali solfiferi.

Tali emanazioni di idrocarburi si protrassero fino ai nostri giorni e sono infatti tuttora attive, in tutta la regione solfifera siciliana, molte salse (*maccalube*) da cui emanano idrocarburi con acque saline e stronzianifere.

Fra le argille eruttate dalle maccalube cogli idrocarburi, si incontrano frammenti di calcari mesozoici, i quali dimostrano la grande attività che talora assunsero queste emanazioni, e la profondità da cui esse provengono, argomenti questi che stanno a favore della loro origine endogena (1).

Le attuali emanazioni di idrocarburi dell'Emilia parmi debbano considerarsi come aventi la stessa origine endogena di quelle della Sicilia e parimenti sia da ritenere che cominciarono a svolgersi all'epoca pliocenica o postpliocenica.

Da questa premessa viene naturale la deduzione che le emanazioni endogene di idrocarburi, per essersi svolte dopo i grandi sconvolgimenti stratigrafici che si manifestarono lungo tutto l'Appennino durante l'Eocene ed il Miocene, e cioè dopo che i terreni eocenici e miocenici erano riassettati, trovarono facile passaggio esclusivamente entro fratture o faglie plioceniche o postplioceniche.

Queste fratture e faglie petrolifere, per essere recenti, non possono avere rapporti con la confusa statigrafia dei terreni eocenici, e devono essere limitate in numero e formare soltanto delle regolari fratture, oppure delle faglie, che produssero e producono o degli scorrimenti del loro tetto sul letto, oppure dei poco movimentati sollevamenti o abbassamenti di vaste estensioni di terreno (2).

---

(1) Nella Coastal Plain (Texas) nelle roccie attraversate da emanazioni di idrocarburi si constatò la presenza di baritina, pirite, blenda e galena, il che dimostra che erano concomitanti le emanazioni metallifere con quelle di idrocarburi.

(2) Gli autori che studiarono le regioni petrolifere fecero osservare che tutti i giacimenti petroliferi coltivati nei terreni terziari, dove le emanazioni conservano tuttora una grande attività, si trovano in regioni di perturbazioni sismiche più o meno frequenti. Ciò farebbe credere che questi movimenti sismici parziali producano tuttora scorrimenti del terreno, ossia faglie, i quali rendono possibile il continuo passaggio degli idrocarburi anche lungo faglie oblique alla verticale e quindi tuttora siano in formazione adunamenti in petrolio.

Questa regolarità delle fratture postplioceniche può osservarsi nei lavori eseguiti nella miniera Fenice Massetana; entro una faglia pliocenica o postpliocenica formante un piano, inclinato di 40° sull'orizzonte, si depositò un potente e regolare filone piritoso–cuprifero, sotto forma di una serie di colonne più o meno ricche, il quale si estende per più chilometri in direzione, senza aver subìto spostamenti nè in profondità nè in direzione, mentre gli scisti e calcari eocenici incassanti, presentano numerose pieghe, dislocazioni e faglie sterili.

Ritenendo, come tutto induce a credere, che le fratture petrolifere siano contemporanee, e per regolarità analoghe a quelle state attraversate dalle emanazioni che diedero origine ai giacimenti metalliferi del Massetano, si deve pure escludere che siano state percorse dagli idrocarburi le numerose fratture prodotte prima dell'epoca pliocenica dai grandi movimenti orogenici, i quali sconvolsero il terreno eocenico Emiliano che racchiude le maggiori concentrazioni di petrolio.

In conclusione parmi logico ritenere che la circolazione delle emanazioni degli idrocarburi fra i terreni sedimentari e la conseguente formazione dei giacimenti petroliferi debba essere analoga a quella che diede origine ai giacimenti metalliferi (e come si dirà in seguito anche a quella dei giacimenti solfiferi) depositatisi entro regolari faglie postplioceniche e quindi anche i petroli debbano avere un origine filoniana.

Si conoscono sufficientemente i fenomeni prodotti dalle emanazioni metallifere; sappiamo infatti che esse diedero origine ad incrostazioni metallifere che assunsero due forme ben distinte e cioè: se vennero a disporsi simmetricamente sulle pareti di fratture verticali, sino a colmare tutto il vuoto da queste prodotto, formarono dei filoni detti di frattura; se invece le emanazioni percorsero faglie oblique alla verticale (1) i minerali metalliferi si deposero sulla loro parete del muro, alternando i minerali con strati di materiale staccatosi dalla parete del tetto, la sola che rimase sempre esposta alle azioni fisiche e chimiche della corrente delle emanazioni.

---

(1) Toso. — Opera succitata. *Sul modo di formazione dei principali giacimenti metalliferi.*

Non si conoscono invece i fenomeni speciali prodotti sotterraneamente dalle emanazioni di idrocarburi, perchè non possone essere osservati e rilevati, come lo sono invece quelli prodotti dalle emanazioni metallifere; bisognerà perciò arguirli col ragionamento.

Le emanazioni di idrocarburi, nel percorrere le fratture e le faglie dei terreni sedimentari per portarsi in alto verso la superficie, non devono produrre incrostazioni e neppure reazioni chimiche sopra le roccie da esse lambite, a meno che queste fossero gessose. (Si dimostrerà più avanti come gli idrocarburi possano ridurre il gesso e produrre calcare e H_2S il quale ossidandosi diede origine al minerale solfifero).

Generalmente avviene che nelle faglie petrolifere penetra dell'acqua e che gli idrocarburi, nel loro percorso, raffreddandosi e condensandosi, depositano del materiale bituminoso e del petrolio.

Il primo non può aver formato che esili depositi, il secondo non può essere rimasto lungo le pareti delle fratture, perchè la corrente degli idrocarburi avrebbe trascinato all'esterno le goccioline di petrolio a misura che stavano formandosi; il petrolio potrà imbevere, ma non per grandi tratti, le pareti dalle fratture oppure delle faglie.

Il petrolio potrà adunarsi in grandi quantità soltanto nel caso speciale in cui le fratture petrolifere non solo attraversarono banchi di roccie permeabili, ma il petrolio riuscì ad infiltrarsi nei meati di esse, lateralmente alla corrente ascendente degli idrocarburi, dove potè rimanere riparato dagli effetti della corrente stessa.

Lo studio del modo di formarsi dei giacimenti petroliferi parmi debba perciò ridursi a ricercare per quali fenomeni fisico-dinamici le faglie petrolifere, nell'attraversare banchi di roccie permeabili, compresi fra terreni impermeabili, poterono produrre in essi dei concentramenti di petrolio, che più non subirono azioni migratorie.

Ecco in che modo spiegherei questo fenomeno:

1° Caso. — *Una frattura petrolifera verticale taglia un banco inclinato oppure disposto a pieghe.*

In questo caso i gas e le gocce di petrolio, contenuti nella corrente di idrocarburi e di acqua passanti per le fratture stesse e tendenti verso l'esterno, sono animati da due spinte; da quella data dalla velocità della corrente e da quella che tende a sollevare verticalmente una goccia di petrolio od i gas, per essere questi meno densi del liquido in cui sono contenuti. Se la frattura è verticale le due spinte sono anche verticali e quindi le goccie di petrolio ed i gas non sono portati contro le pareti della frattura per infiltrarsi nel banco permeabile e perciò devono tendere colla corrente a portarsi verso l'esterno.

Si verifica però nelle faglie petrolifere uno speciale fenomeno, il quale ha per effetto, in alcune circostanze, di spingere il miscuglio di acqua e di petrolio e gas contro le pareti di banchi permeabili, anche se verticali, portandolo ad infiltrarsi in essi ed a radunarsi in alto verso le cupole dei banchi permeabili stessi.

Esaminiamo in quali condizioni può verificarsi questo fatto.

Supponiamo, come indica il seguente schizzo (fig. 1), che la frattura petrolifera XY attraversi diversi banchi permeabili compresi, a

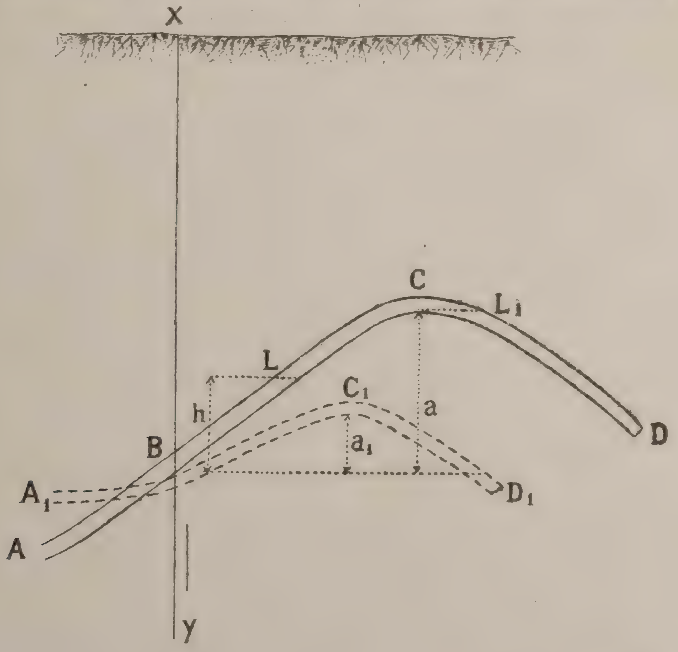


Fig. 1.

diverse profondità, fra i terreni sedimentari, ed uno di essi sia il lembo di banco A B C D, tagliato in B dalla detta frattura e formato, per esempio, di calcare compatto ma fessurato epperciò permeabile, racchiuso fra scisti impermeabili, non affiorante alla superficie, disposto a piega anticlinale, il cui vertice C sta ad un' altezza *a* sopra B.

Suppongo che la frattura XY sia percorsa da idrocarburi gassos e liquidi frammisti ad acqua, qui penetrata da banchi acquiferi affioranti, i quali vennero tagliati dalla stessa frattura, sia più in alto come in basso di B. Nell' Emilia il terreno miocenico attraversato dalle fratture petrolifere, presenta molti di questi banchi acquiferi che danno acque saline.

Se ammettiamo che le emanazioni di idrocarburi siano d'origine endogena, ossia prodotte da fenomeni di vulcanismo, esse dovranno avere dei periodi di parossismo, ossia di maggiore sviluppo di gas, susseguiti da altri meno attivi, oppure di quiete; fenomeno questo che si verifica nelle fontane ardenti e nelle salse ed in generale in tutte le emanazioni di vulcanismo.

Per questo fatto venendo ad aumentare o diminuire la quantità di gas nel liquido emulsionato, formato da petrolio qui condensatosi e di acqua penetrata nella frattura XY, il miscuglio assumerà pesi specifici variabili, e conseguentemente sarà di continuo variabile anche la pressione che esso eserciterà sulle pareti della frattura XY.

Sia H l'altezza corrispondente alla pressione massima che potrà risentire il punto B e *h* la minima, durante i periodi rispettivamente di minore e maggiore sviluppo di gas.

Non è possibile precisare queste due pressioni, si può dire che H sarà di poco minore della profondità a cui B trovasi sotto alla superficie del suolo. Non conosciamo quale sia il potere emulsionante degli idrocarburi gassosi nell'acqua e nel petrolio, ma possiamo con approssimazione ritenerlo non molto dissimile di quello dell'aria coll'acqua epperciò *h* possa anche essere inferiore ad $^1/_4$ di H (1).

---

(1) La pressione *h* è anche in funzione della velocità della corrente ascendente del miscuglio: se, invece di una corrente di un miscuglio liquido, si avesse una corrente ad alta temperatura formata da gas o vapori, in questo caso nei punti ove essa assume una grande velocità, *h* può divenire negativa e prodursi una depressione anzichè una pressione sulle pareti.

Ciò premesso supponiamo che, durante il primo irrompere degli idrocarburi nella frattura XY, la pressione esercitata dal miscuglio sopra B sia rappresentata dall'altezza h: in questo momento se il banco calcareo A B C D, ha i suoi meati riempiti d'acqua e se l'altezza a della cupola supera h, l'acqua racchiusa nel banco calcareo discenderà, ed una parte di essa andrà a riversarsi nella faglia XY (la quale si comporta col banco calcareo come un vaso comunicante) e sarà dalla corrente esistente in XY trasportata all'esterno. Il livello dell'acqua nel banco calcareo discenderà fino ad L nel ramo dell'anticlinale più prossima alla faglia, mentre nel ramo opposto, l'acqua rimarrà immobile in L_1, quindi nel tratto LL_1 si formerà il vuoto.

Se dopo questo primo periodo di grande attività delle emanazioni, succederà un periodo di minor attività o di quiete, nella frattura XY crescerà la pressione del miscuglio, per il che una parte di esso verrà spinta da B entro il banco calcareo, fino a che la pressione esercitata dal miscuglio in XY pareggerà quella esercitata dal liquido contenuto nel banco calcareo.

La quantità di miscuglio penetrata nel banco calcareo si differenzierà, l'acqua rimarrà in basso, mentre i gas e il petrolio si porteranno in alto, dove perciò si formerà una prima raccolta di petrolio e di gas.

Ad ogni anche piccola successiva variazione di pressione in XY, dovrà succedere che: colla diminuzione di pressione uscirà dell'acqua dal banco calcareo, e col successivo aumento di pressione si immetterà in esso del nuovo miscuglio che, differenziandosi, andrà ad accrescere la quantità di petrolio e di gas antecedentemente adunatasi in alto nel banco calcareo.

Ripetendosi molte volte questo afflusso di miscuglio petrolifero, nel banco calcareo ed efflusso d'acqua, anche se l'abbassamento ed il sollevamento del livello del liquido entro il banco calcareo, sarà lento e limitato a pochi metri, si verificherà che gradatamente, la volta dell'anticlinale ed il ramo di banco B C, posta presso la faglia, si riempiranno quasi interamente di petrolio e nella zona più alta si avrà gas. Nel ramo opposto L_1D dell'anticlinale, l'acqua già esistente non si sarà menomamente spostata, epperciò in esso non si adunerà petrolio.

Ho supposto che i meati del banco calcareo A B C D, prima di essere stato tagliato dalla frattura petrolifera, fossero pieni d'acqua; non mi dilungo a dimostrare che lo stesso fenomeno di adunamento di petrolio dovrà prodursi se in essi esisteva dell'aria. In questo secondo caso, al vertice dell'anticlinale coi gas idrocarburi si troverebbe anche dell'aria.

Perchè si produca nel tratto B C un adunamento di petrolio è condizione necessaria che il banco calcareo non affiori e l'altezza di C sopra B, ossia *a*, sia superiore ad *h*, altezza, come si disse, corrispondente alla pressione minima che può esercitare il miscuglio sopra B.

Per conseguenza se il banco A B C D avesse una minore altezza sopra B, ossia assumesse la disposizione indicata nella fig. 1 coll'anticlinale B C_1 D_1, oppure formasse un lembo di banco limitato a B C_1 la cui altezza sopra B fosse inferiore ad *h*, allora nell'anticlinale B C_1, non verrebbe ad adunarsi del petrolio, non potendo nel banco calcareo formarsi l'afflusso e l'efflusso succitato.

Nel tratto di banco calcareo B A sottostante a B, punto d'intersecazione colla faglia XY, non potrà evidentemente effettuarsi alcun adunamento di petrolio.

Nel caso speciale in cui la frattura XY, venisse a passare per il fondo di una sinclinale, allora i suoi due rami venendo a trovarsi simmetricamente disposti per rispetto alla frattura, dovrà formarsi un adunamento di petrolio nella sinclinale stessa e nei suoi due rami.

Concludendo: è condizione necessaria, perchè una faglia petrolifera verticale produca una concentrazione di petrolio, che essa tagli un lembo di strato permeabile inclinato, non affiorante e che la parte di banco soprastante alla faglia abbia una sufficiente altezza; in questo caso il petrolio occuperà soltanto la zona di banco soprastante alla faglia.

Se poi lo stesso lembo di strato inclinato presenta in alto anche una piega anticlinale, allora il petrolio si adunerà nella cupola formata dall'anticlinale e nel ramo dell'anticlinale stato tagliato dalla faglia, rimanendo sterile l'altro ramo.

Le sinclinali possono ricettare petrolio nel caso più raro in cui le faglie petrolifere tagliarono il fondo delle sinclinali stesse.

2° Caso. — *La frattura petrolifera è obliqua alla verticale e taglia un banco permeabile inclinato oppure disposto a pieghe.*

In questo caso, perchè la corrente è obliqua alla verticale, la risultante delle due spinte che animano i gas e le goccioline di petrolio esistenti nella corrente stessa, si dirigerà contro le pareti della frattura e quindi succederà, tanto più se la frattura ha un' inclinazione prossima all'orizzontale, che gas e petrolio verranno in parte ad infiltrarsi nel banco calcareo inclinato e ad adunarsi in alto; se poi esso presenta un anticlinale il petrolio ne occuperà la cupola, e ciò anche nel caso in cui per la piccola altezza della piega non si producesse il succitato fenomeno dell'afflusso e dell'efflusso delle emanazioni. Dovrebbe cioè verificarsi quanto avviene nelle miniere a grisou, quando una galleria orizzontale, percorsa da una corrente d'aria avente anche una piccolissima quantità di grisou, incontra un camino inclinato ascendente, chiuso in alto, nel qual caso parte del grisou lascia la corrente per salire nel camino che viene perciò gradatamente a colmarsi di grisou suscettibile di produrre uno scoppio.

Riassumendo: Se un banco di calcare non affiorante, formante un anticlinale è tagliato da una faglia poco inclinata sull'orizzontale, può formarsi, sempre in un ramo solo dell'anticlinale, un adunamento di petrolio, anche se le pieghe non sono molto accentuate. Nel caso in cui la faglia petrolifera è verticale, perchè si possa verificare un adunamento di petrolio nelle pieghe anticlinali di un banco calcareo, occorre che la profondità del punto in cui la faglia petrolifera venne a tagliare il banco calcareo, misurata a partire dall'asse della cupola anticlinale, sia molto rilevante.

Da ciò si deve desumere che nelle assise più superficiali del terreno, le quali maggiormente risentirono l'azione di spinte oblique alla verticale che produssero delle faglie prossime all'orizzontale, si dovettero avere le migliori condizioni per la formazione dei giacimenti petroliferi, anche se i corrugamenti dei banchi permeabili furono poco accentuati.

Nelle assise più profonde invece, dove si incontrano quasi esclusivamente delle faglie verticali, perchè in esse si formassero adunamenti di petrolio occorreva che le pieghe dei banchi calcarei fossero tanto più accentuate, quanto più profondo era il punto d'incontro della faglia petrolifera col banco di calcare stesso; il che raramente si verifica, perchè è carattere delle assise profonde di avere meno risentito l'azione delle spinte orizzontali e quindi di avere subìto minori corrugamenti.

Secondo l'ipotesi filoniana, il petrolio, perchè trasportato dalle acque attraverso i meati di banchi permeabili, dovrebbe subìre piuttosto una differenziazione per densità, anzichè un frazionamento per filtrazione attraverso terreni argillosi, per effetto di grandi pressioni e della capillarità. Si osserva infatto che ogni singola tasca di petrolio presenta soltanto un leggero aumento di densità con la profondità.

Siccome tutte le emanazioni endogene, epperciò anche gli idrocarburi, variano di natura col tempo e coi luoghi, ne deriva che non soltanto ogni singola regione petrolifera deve fornire diverse qualità di petrolio, ma in una stessa regione le fratture petrolifere più recenti devono produrre nei banchi permeabili da essi incontrati adunamenti di petrolio di qualità diverse da quelli dovuti a fratture relativamente più antiche e quindi la differenza di densità dei petroli dei singoli adunamenti è indipendente dalla loro profondità.

Ricordo che analogo fatto deve essere successo per le emanazioni metallifere. I giacimenti piritosi cupriferi di Boccheggiano e della Fenice, situati uno a Nord e l'altro a Sud di Massa Marittima, dovettero essere prodotti da emanazioni della stessa natura aventi però in diverse proporzioni gli stessi elementi rame e solfo, perchè nei minerali dei due giacimenti, tali elementi erano rispettivamente nei rapporti di 3:14 e 3:26.

Le considerazioni su esposte parmi portino alle seguenti deduzioni:

1° Nelle zone petrolifere si presentano sterili quei banchi permeabili che non furono incontrati da una faglia petrolifera, oppure che affiorano;

2° Un banco permeabile, tagliato da una faglia petrolifera verticale, può essere sterile, se per avere una disposizione troppo prossima all'orizzontale, l'altezza della parte di banco, stata tagliata dalla frattura petrolifera, è inferiore all'altezza rappresentante la pressione minima esercitata dal miscuglio petrolifero nel punto d'incontro della faglia col banco calcareo. Il che viene a dimostrare il seguente rilievo fatto da Petit sui giacimenti di Galizia. (Vedi la citata Memoria di Camerana e Galdi, pag. 25). « Nei giacimenti di Galizia quanto più la distanza che separa due anticlinali è grande, « *ossia quanto maggiore è la profondità della sinclinale interposta, tanto* « *più notevole è l'accumolo di petrolio lungo le anticlinali* ».

3° La disposizione a pieghe degli strati è la più favorevole perchè si formi una grande quantità di petrolio nelle cupole anticlinali; quando ciò si verifica il petrolio occuperà pure i meati di uno dei suoi rami, mentre l'altro sarà sterile.

Le concentrazioni petrolifere entro lembi di banco inclinati devono presumibilmente essere più numerose ma meno ricche di quelle entro cupole anticlinali.

4° Quanto più i banchi permeabili sono profondi, dovendosi presumere che essi siano stati attraversati specialmente da fratture petrolifere verticali, deve succedere che con la profondità, venendo a crescere la pressione minima esercitata dalle emanazioni sulle pareti delle fratture, occorrerà, per rendere possibile l'adunamento del petrolio, che sia rispettivamente tanto più accentuato il corrugamento dei banchi, ossia deve essere più grande l'altezza delle pieghe.

Nelle zone relativamente superficiali i banchi permeabili non affioranti presentano perciò migliori condizioni per ricettare giacimenti petroliferi. In ciò si avrebbe la spiegazione del fatto rilevato da Mrazec e citato a pag. 21 della Memoria Camerana e Galdi (1) « *che i grandi* « *giacimenti di petrolio trovansi sempre in regioni più o meno forte-* « *mente dislocate, ma che le pieghe degli strati sono sempre relativa-* « *mente superficiali* ».

5° Colla disposizione suaccennata che dovrebbe assumere il petrolio in un banco calcareo, ne risulta che se con una perforazione si viene ad incontrare il vertice di un anticlinale, si avrà primieramente un' eruzione di gas molto compresso, seguìta poi da petrolio; venendo invece a perforare il ramo sterile, si dovrà da prima avere acqua e poi il petrolio che discenderà dalla cupola anticlinale: incontrandosi invece con un pozzo l'altro ramo della piega, si otterrà subito petrolio.

---

(1) MRAZEC. — *Ueber die Bildung der Rumaenischen Petroleum Lagerstaetten*, 1907.

6° Nel caso speciale in cui una frattura petrolifera attraversi un banco permeabile lungo l'asse di una sinclinale, allora si potrà formare un adunamento di petrolio che occuperà tutt'e due i rami della sinclinale disposti simmetricamente attorno alla frattura stessa.

7° Dopo che da un pozzo si sarà estratto il deposito petrolifero da esso incontrato, sarà possibile che una parte delle emanazioni tuttora attive e transitanti per la frattura, venga a deviarsi ed innalzarsi lungo il pozzo, dal quale per ciò continuerà ad emanarsi dei gas idrocarburi ed a depositarsi una piccola quantità di petrolio.

Un' altra importante deduzione scaturisce dalla ipotesi succitata.

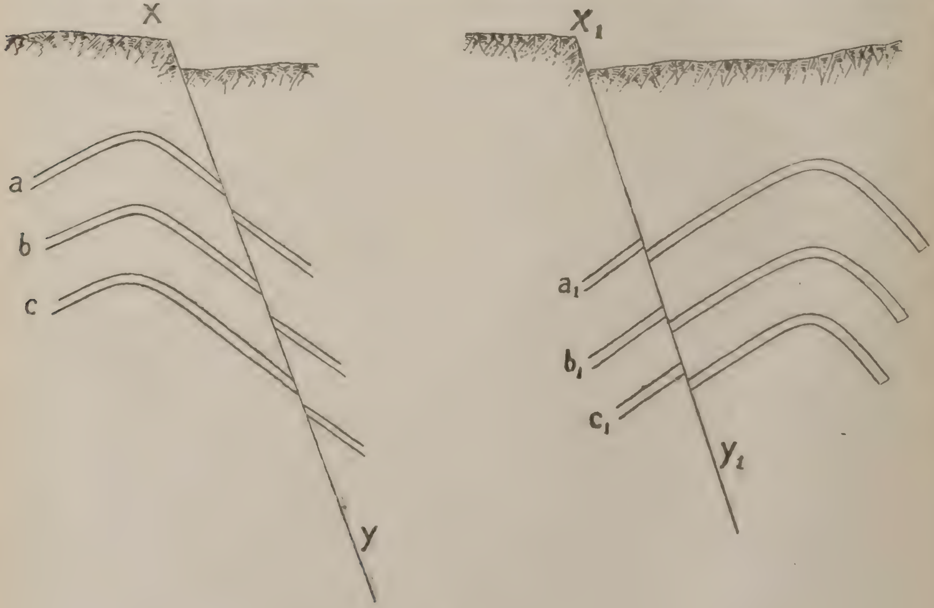


Fig. 2.

8° Supponiamo che due faglie petrolifere $X\ Y$, $X_1\ Y_1$ oblique alla verticale vengano a tagliare rispettivamente i banchi $a\ b\ c$ ed $a_1\ b_1\ c_1$ disposti a pieghe, come indica lo schizzo (fig. 2).

Questi banchi potranno adunare petrolio solamente da una parte delle fratture e cioè rispettivamente al letto per la X Y ed al tetto per la X_1 Y_1. Se invece di semplici fratture si avessero delle faglie, che diedero origine ad un rilevante scorrimento del tetto, si dovrebbe produrre, lungo l'affioramento delle due faglie, un abbassamento notevole del tetto, e quindi alla superficie si avrebbe un avvallamento tettonico, il cui fondo potrebbe, per un tratto, essere percorso da un corso di acqua. In questo caso non raro, si verificherebbe che gli adunamenti petroliferi si troverebbero sottostanti ad una valle e limitati ad un solo lato del corso d'acqua: il che è quanto viene ammesso dai pratici, che cioè le zone petrolifere nella regione Emiliana s'incontrano limitate alle sole valli ed anzi ad un solo lato dei corsi d'acqua.

9° L'ipotesi succitata dimostrerebbe razionali le tre regole adottate dai ricercatori e porterebbe ad escludere l'idea, da alcuni ammessa, che nell'Emilia, gli scarsi giacimenti petroliferi che si trovano nei terreni miocenici siano secondari e provengano dalla migrazione del petrolio dei giacimenti primari più ricchi situati nell'Eocene.

La ricchezza in petrolio specialmente delle assise più alte dell'Eocene Emiliano, dove del resto sono più frequenti i banchi calcari, e la povertà dei giacimenti miocenici, dovrebbe invece dipendere dal fatto che le prime presentarono le condizioni necessarie per l'adunamento del petrolio e cioè l'esistenza di frequenti banchi calcari permeabili non affioranti inclinati od aventi accentuati ripiegamenti, mentre i terreni miocenici hanno banchi più tendenti all'orizzontale e posti stratigraficamente più in alto, per cui, il più delle volte, vengono ad affiorare.

10° Si ritiene che i profondi pozzi scavati a Salsomaggiore, i quali attraversarono terreni miocenici, dando acque saline, bromoiodiche, ma con scarsa quantità di petrolio, qualora venissero molto approfonditi, dovrebbero incontrare fertili i terreni eocenici sottostanti. Per le considerazioni suddette risulterebbe più probabile che i terreni eocenici, altrove fertili, debbano qui invece essere sterili, perchè trovandosi a grande profondità, il loro corrugamento potrebbe non risultare sufficentemente accentuato, come è necessario, perchè in essi si producano delle importanti concentrazioni petrolifere.

11° I giacimenti petroliferi dell'Emilia, perchè contenuti in banchi di calcare affetti da molte dislocazioni che li divisero in lembi, devono presentare molti piccoli ed isolati giacimenti petroliferi non comunicanti fra loro e per la cui coltivazione sono necessari numerosi pozzi.

La grande ricchezza dei giacimenti della Pensilvania e Romania è dovuta alla maggior potenza e regolarità dei banchi permeabili ed alla maggiore attività e numero delle faglie petrolifere.

12° L'ipotesi filoniana porta alla conseguenza che le concentrazioni di petrolio debbano sempre fiancheggiare le faglie petrolifere generalmente regolari ed estese, per cui le ricerche siano da eseguirsi di preferenza lungo gli allineamenti delle concentrazioni di petrolio già note, anzichè lungo la linea presentata dalle anticlinali dei banchi permeabili, tanto più se le due linee sono divergenti.

IV.

CONSIDERAZIONI SULLE RICERCHE PETROLIFERE DELL'EMILIA.

I recenti studi eseguiti dagli ingegneri Camerana e Galdi, nella regione petrolifera Emiliana, suggerirono all'Ispettore superiore Mazzuoli, le seguenti deduzioni che egli enunciò nella prefazione fatta alla monografia compilata dai predetti ingegneri:

a) I depositi dell'Emilia già sfruttati devono considerarsi di origine secondaria, derivanti cioè da concentrazioni petrolifere situate verosimilmente alla base delle argille scagliose, ossia ad una profondità non ancora raggiunta dalle perforazioni.

b) La regola dell'anticlinale, generalmente fin qui adottata, se ha qualche valore è solo perchè le linee anticlinali possono essere accompagnate da fratture che avrebbero permesso il passaggio del petrolio dalla sua posizione originaria a quella secondaria.

c) Per lo sviluppo dell'industria petrolifera italiana è necessario spingere le ricerche a maggiori profondità per raggiungere i supposti giacimenti primari più ricchi di quelli secondari, fin qui coltivati.

Queste deduzioni sono una naturale conseguenza dell'interpretazione, adottata dagli Ing. Camerana e Galdi, del modo di formazione dei giacimenti petroliferi.

Da questa ipotesi e dalle conseguenti deduzioni suddette, dovette essere ispirata la Legge 19 marzo 1911 la quale mira a promuovere le perforazioni a grande profondità, accordando un premio di L. 30 per ogni metro lineare di pozzo scavato, in più della profondità di 300 metri.

Ammettendo l'ipotesi che le emanazioni endogene di idrocarburi, analogamente a quelle metallifere, abbiano attraversato i terreni sedimentari entro faglie, si è invece portati alle seguenti deduzioni:

1° Doversi escludere l'idea che esistano due tipi di giacimenti petroliferi, di cui i più profondi siano gli originari presumibilmente ricchi ed i più superficiali siano meno ricchi perchè derivati.

2° Nell'Emilia le faglie petrolifere, generalmente dotate di molta regolarità, produssero adunamenti di petrolio se vennero a tagliare lembi di calcare permeabili non affioranti, inclinati o disposti a pieghe. Simili lembi di banchi calcari si trovano quasi esclusivamente nell'assise eocenica soprastante alla formazione delle argille scagliose; essi per trovarsi, a seconda della località, a differenti profondità formarono diversi orizzonti petroliferi, la cui profondità varia per ogni singola regione.

3° Il corrugamento dei banchi permeabili è condizione necessaria per la formazione dei giacimenti petroliferi e quindi la regola dell'anticlinale non deve ritenersi come assurda, ma anche per l'Emilia deve avere tutto il valore attribuito fin qui dai ricercatori e deve essere considerata come la migliore guida per l'ubicazione dei pozzi.

4° Nelle regioni dove le argille scagliose, sottostanti alle assise calcaree, si trovano a grandi profondità, anche se, sotto a questi potenti banchi di argille, si incontreranno altri banchi calcarei, difficilmente questi potranno avere corrugamenti così accentuati, come richiederebbe la loro profondità, perchè in essi si possano formare adunamenti di petrolio.

5° La legge 19 marzo 1911, mentre mira a promuovere soltanto le ricerche, molto problematiche, delle zone più profonde, non vale a favorire i lavori per la ricerca di nuove zone petrolifere, ma servì soltanto a fare contribuire lo Stato ad una parte delle spese di esercizio di quelle miniere che già coltivavano orizzonti petroliferi noti, posti a profondità superiori ai 300 metri.

6° Per gli studi da eseguire nelle regioni petrolifere occorre non soltanto rilevare la stratigrafia dei banchi permeabili suscettibili di adunare petrolio nelle loro pieghe, ma anche l'andamento delle faglie che, secondo l'ipotesi filoniana, permisero il passaggio delle emanazioni endogene di idrocarburi, attraverso i terreni sedimentari.

PARTE II.

Sul modo di formazione dei giacimenti solfiferi

I.

I GIACIMENTI SOLFIFERI SICILIANI VENNERO FIN QUI CONSIDERATI DI ORIGINE SEDIMENTARIA.

I giacimenti solfiferi della Sicilia che rappresentano la maggior ricchezza mineraria italiana, sono ancora un'incognita per quanto riguarda la loro genesi. Di questo problema, a cui si annette una grande importanza pratica, sia per le ricerche, sia per giudicare dell'avvenire dell'industria solfifera siciliana, si occuparono molti geologi ed ingegneri fra cui: Hoffmann, Maravigna, Faillette, Von Buch, Saint Clair Deville, Bischof, Stoppani, Dieulafait, Mottura, Baldacci, Travaglia, Spezia, Gounod.

Nelle svariate ipotesi state dai predetti autori formulate, tutti si partirono dal principio per loro indiscusso, che il minerale di solfo in Sicilia si sia depositato entro bacini d'estuario o lacustri, contemporaneamente ai banchi di calcare e di gesso che sempre accompagnano il solfo, e ciò perchè tutti ritennero che la struttura listata del minerale (o come dicono i minatori siciliani *soriata*), frequente in molte solfare, sia una prova non dubbia della loro origine sedimentaria.

Gli ingegneri Mottura (1), Baldacci (2) e Travaglia (3) che più recentemente studiarono il problema della genesi dei minerali di solfo, li supposero prodotti della riduzione dei gessi: non concordarono però sul modo con cui dovette verificarsi tale riduzione.

Il prof. Spezia (4) invece, escluse l'intervento del gesso, ed ammise l'origine endogena del solfo formatosi in bacini, in cui giungevano solfato di calcio e di stronzio, solfuro di ferro, silice e sostanze bituminose e solfo allo stato di vapore o combinato.

Lo stesso professore, non trovando però con quest'ipotesi una spiegazione dei tanti fenomeni che presentano i giacimenti solfiferi, ricordava « la necessità di nuove ricerche aventi per base l'esame dei « piccoli fatti, la somma dei quali può in certe questioni geologiche « assumere grande importanza ».

Gounod, già direttore della miniera di Grottacalda, il quale pure studiò quest'argomento (5), concluse parimenti coll'ammettere che ancora non era possibile spiegare in modo soddisfacente la formazione del solfo in Sicilia.

In uno studio (6) sui giacimenti metalliferi del Massetano (Prov. di Grosseto) ho rilevato come quelle irregolari concentrazioni di minerale, indubbiamente di origine non sedimentaria ma filoniana, hanno una mineralizzazione a strati alternati di ganga e minerale, disposti parallelamente al muro dei giacimenti, ossia una struttura molto analoga a quella del minerale solfifero *soriato:* ed indagando le cause che motivarono tale disposizione del minerale, ho desunto che essa dipendeva dal deposito del minerale prodottosi da soluzioni metallifere percorrenti faglie oblique alla verticale; in queste faglie, perchè poco inclinate sull'orizzontale, il minerale dovette depositarsi sul muro e disporsi a strati alternati con materiale roccioso staccatosi dal tetto lambito dalle soluzioni. Questi filoni entro faglie oblique alla verticale, dovettero formarsi per effetto di scorrimenti di una delle pareti delle faglie sull'altra, epperciò diedi ad essi il nome di filoni di scorrimento.

---

(1) S. Mottura. — *Sulla formazione terziaria nella zona solfifera della Sicilia* — Firenze, 1871.

(2) L. Baldacci. — *Descrizione geologica dell'Isola di Sicilia* — Roma, 1882.

(3) R. Travaglia. — *I giacimenti di solfo di Sicilia e la loro lavorazione* — Padova, 1889.

(4) G. Spezia. — *Sull'origine del solfo nei giacimenti solfiferi della Sicilia* — Torino, 1892.

(5) Gounod. — *Contribution à l'étude de la formation du soufre de Sicile* — Palermo, 1897.

(6) Toso. — *Sul modo di formazione dei principali giacimenti metalliferi coltivati in Toscana.* (Bollettino del R. Comitato Geologico, vol. XLIII) Roma, 1913.

Da ciò mi parve poter dedurre che la mineralizzazione a struttura listata non sia una caratteristica dei giacimenti sedimentari, mentre invece quella a zone simmetriche all'asse dei giacimenti è la caratteristica dei filoni perchè, come dissi, entro fratture oblique alla verticale, tanto più se avvicinantesi all'orizzontale, i depositi filoniani devono disporsi appunto a strati alternati di minerale e ganga, parallelamente al muro e somigliare ai depositi sedimentari.

Applicando questo concetto dei filoni di scorrimento all'interpretazione dei giacimenti solfiferi siciliani, parvemi di trovare grande la loro analogia con quelli metalliferi del Massetano, per cui mi convinsi che essi siano di origine filoniana e che, se il problema della genesi dei minerali di solfo, non trovò finora una plausibile soluzione, ciò dipenda dal preconcetto degli autori di considerare i giacimenti solfiferi come formati entro bacini aperti d'estuario, anzichè come depositi entro i vuoti sotterranei, dovuti a fratture di banchi gessosi.

Il lettore non voglia a priori giudicare troppo ardita tale idea, perchè già l'ing. Mottura (1) intravide nei giacimenti solfiferi siciliani delle analogie coi giacimenti metalliferi e fece il seguente rilievo: « I gruppi delle solfare siciliane hanno una grandezza molto note-« vole, relativamente alla loro larghezza, a segno che qualche volta si « potrebbe credere che i depositi solfiferi siano costituiti di filoni di « spaccatura ».

In lui come in tutti i geologi, prevalse però, come dissi, la persuasione che il minerale soriato dimostrasse troppo chiaramente la sua formazione sedimentaria, da dovere considerare come casuale tale analogia.

---

(1) MOTTURA. — Opera citata, pag. 28.

Scopo del presente scritto è di mettere in rilievo che, considerando i giacimenti solfiferi siciliani come prodotti da emanazioni endogene, le quali nel venire all'esterno attraversarono i banchi gessosi, si trova una facile spiegazione di tutti i fenomeni che essi presentano, compresi quelli ritenuti dagli ingegneri minerari come inesplicabili anomalie.

A maggior intelligenza delle osservazioni che andrò sottoponendo, prima di parlare dei giacimenti solfiferi, premetto alcuni cenni sui terreni del Miocene superiore che li racchiudono e sulla natura delle emanazioni che attualmente si svolgono nelle regioni solfifere da numerosi vulcani di fango detti in Sicilia *maccalube*. Il lettore può trovare una più ampia decrizione di questi terreni nella succitata classica opera dell' ing. Baldacci.

II.

Cenni sui terreni formanti il Miocene superiore in Sicilia.

I terreni sedimentari, entro cui soltanto si possono incontrare in Sicilia dei giacimenti solfiferi, sono, a partire dal basso, formati da banchi di tripoli, di calcare concrezionato (in Sicilia chiamato comunemente calcare *siliceo*) e da banchi di gesso: tutti attribuiti al Miocene superiore.

Questi terreni posano sulle marne tortoniane e sono d'altra parte sottostanti a marne a foraminifere, dette in Sicilia *trubi*, le quali appartengono al Pliocene inferiore.

Tripoli. — I banchi di tripoli hanno una potenza che talvolta sorpassa i 50 metri; essi dovettero costituire dei depositi molto estesi, coprenti i terreni tortoniani sottostanti; in gran parte essi vennero asportati dalle denudazioni, dove non erano protetti dai banchi di calcare o di gesso. I tripoli sono formati da strati di una materia bianca silicea a struttura listata o fogliettata, costituita specialmente da residui di Radiolarie, Diatomee, ecc.

Nei tripoli s'incontrano talvolta intercalati anche degli straterelli di lignite, come pure di calcare talvolta solfifero. Quantunque raramente, rinvengonsi degli strati di tripoli anche sopra ai banchi di gesso.

Calcare concrezionato. — I banchi di calcare concrezionato hanno generalmente una grande potenza, che, in alcuni punti, arriva a 50 metri.

Caratteristica di questi banchi è pure la loro grande estensione, si hanno infatti affioramenti di questo calcare sopra una linea di oltre 15 Km. Esso però talvolta manca completamente nella serie.

Baldacci notò esistere un intimo rapporto fra questo calcare ed i soprastanti banchi di gesso, e cioè che ad un maggior sviluppo del calcare corrisponde un più debole spessore dei gessi.

Il calcare non possiede una struttura costante; talvolta è friabile e farinoso, talvolta è compatto e durissimo e contiene proporsioni variabili da un punto all'altro di silice.

Questo calcare non è da confondere con un'altra specie di calcare generalmente più poroso, detto calcare *perciuliato* (bucherellato) non sempre mineralogicamente distinguibile dal calcare concrezionato. Esso ha una potenza ed un'estensione assai più limitate e si riscontra tanto sopra come sotto i banchi di gesso e contiene talvolta traccie di solfo e perciò si ritiene come il rappresentante del minerale solfifero.

In Romagna e nelle Marche inferiormente alla formazione gessosa di frequente s'incontra un banco di calcare detto dai minatori *cagnino*, che varia di potenza, ma che raramente sorpassa i 2 metri. Un campione di esso della miniera Cabernardi (Marche) diede all'analisi il 10 per cento di solfato di stronziana.

In alcune miniere della Romagna si trovò che il *cagnino* conteneva fino al 42 per cento fra gesso, stronziana, barite. La barite si presenta sotto forma di cristalli ed in rognoni ed incontrasi più di frequente in Romagna che non in Sicilia.

Vedremo in seguito come gli esili strati di calcare poveri e talora affatto privi di solfo i quali, tanto in Sicilia come in Romagna, stanno a muro dei giacimenti solfiferi, non debbansi ritenere come calcare concrezionato, ma minerale solfifero stato in parte o completamente spogliato del solfo già contenuto.

Nel calcare concrezionato non si rinvennero fossili e nemmeno resti organici. Gounod trovò che questo calcare ha una proporzione di iodio e fosforo molto minore di quella dei calcari marini secondari eocenici o pliocenici di Sicilia; siccome si ammette che il iodio sia stato portato dagli organismi depositati nel medesimo tempo che gli altri elementi del calcare, per tale mancanza di iodio, egli ritenne il calcare concrezionato come un deposito chimico.

Gessi. — La formazione gessosa ha potenze variabili da pochi metri fino a 100, e presenta numerose varietà di gessi; se ne hanno a struttura cristallina, saccaroide oppure fogliettata a lastre sottili, quest'ultima in Sicilia viene chiamata *balatino*.

I balatini in una data formazione gessosa occupano la parte più bassa e contengono elementi argillosi in quantità relativamente maggiore che non i gessi cristallini.

I banchi di gesso sono sempre intercalati da strati, ampiamente lentiformi, di argille bituminose, dette in Sicilia *tufi*, i quali assumono talora potenze anche superiori ai 5 metri e separano nettamente i diversi banchi di gesso componenti la massa gessosa.

Non si hanno analisi delle diverse qualità dei gessi per desumere la quantità relativa di stronziana in essi contenuta. In Romagna i gessi hanno proporzioni variabili di carbonato di calcio il quale arriva fino al 20 per cento. E' da ricordare che i gessi talvolta posano direttamente sui tripoli o sulle argille tortoniane: perciò possono mancare i banchi di tripoli e di calcare concrezionato.

Trubi. — Sono marne a foraminifere, le quali formano potenti banchi frequentemente alternati da materiale caotico argilloso.

I trubi presentano una perfetta stratificazione concordante coi gessi, ma si attribuiscono al Pliocene inferiore perchè pliocenici sono i fossili incontrati in queste marne.

III.

EMANAZIONI ENDOGENE DI IDROCARBURI CHE SI INCONTRANO NELLA REGIONE SOLFIFERA SICILIANA.

Nelle diverse zone solfifere siciliane s'incontrano dei vulcani di fango (maccalube) che emanano, con intensità variabile, gas idrocarburi con acque alcaline.

L'analisi del gas delle maccalube di Girgenti, per citarne una sola, perchè le altre poco ne differiscono, diede la seguente composizione:

CO_2	1,65
O	0,69
N	3,74
CH_4	87,23
H	5,74

Le acque alcaline che accompagnano i gas, in seguito ad evaporizzazione, depositano del carbonato di calcio ricco di sali di stronzio, del cloruro e del carbonato di sodio e anche traccie di bromo e di silice.

Le maccalube non emanano idrogeno solforato. Nei piccoli coni di fango che attorniano le maccalube si trovano frammenti di calcari eocenici stati eruttati col fango: essi dimostrano la violenza che assunsero talvolta le correnti gassose e liquide delle maccalube per portare alla superficie detriti tolti dai terreni sottostanti, e quindi la profondità delle origini di queste sorgenti.

Questo fatto viene citato in appoggio all'ipotesi dell'origine endogena dei carburi d'idrogeno emanati dalle maccalube.

Queste sorgenti di gas contenenti prevalentemente del metano, con tenue quantità di acido carbonico, paiono una conseguenza delle grandi fratture che uniscono i due maggiori centri vulcanici siciliani e cioè l'Etna e l'Isola di Pantelleria.

Porto l'attenzione specialmente sul fatto che le maccalube non contengono idrogeno solforato, danno acque stronzianifere e la maggior parte di esse si incontra fra i terreni tortoniani.

IV.

SULL'ORIGINE DEI BANCHI DI TRIPOLI, DI CALCARE CONCREZIONATO E DI GESSO FORMANTI IN SICILIA IL MIOCENE SUPERIORE.

Per lo studio della formazione gessosa solfifera parmi importante portare l'attenzione sui seguenti fenomeni che essa presenta, tutti da attribuirsi ad azioni di vulcanismo, cioè:

1° La base della formazione gessosa è formata da tripoli che si devono ritenere prodotti, come fece osservare il prof. Spezia, da geyser subacquei che emanarono sostanze silicee.

2° Recenti studi sui batteri del solfo dimostrarono che essi vivono in bacini dove si svolgono emanazioni endogene di H_2S e producono del gesso, se trovansi in acque contenenti carbonato di calcio, per cui anche il gesso può essere considerato come il resultato di azioni di vulcanismo.

3° Emanazioni di idrocarburi si svolgono attualmente nelle stesse regioni dove già si verificarono fenomeni geyseriani ed emanazioni di H_2S.

Questi fatti, parmi, rendono plausibile l'ipotesi che, in Sicilia, al principio del Miocene superiore, fenomeni di vulcanismo diedero origine primieramente a numerose sorgenti geyseriane con H_2S e CO_2, di elevata temperatura, le quali, svoltesi entro bacini d'estuario, depositarono sul terreno tortoniano estesi banchi di tripoli.

Queste emanazioni poi, le quali col tempo diminuirono di temperatura e variarono d'intensità e di natura (fenomeno questo che si verifica in tutte le emanazioni dovute a fenomeni di vulcanismo), diedero origine, a seconda di circostanze speciali, di cui si dirà in appresso, a banchi di calcare concrezionato o di gessi. Nell'ultima fase poi, nelle stesse regioni si svolsero gli idrocarburi, che ove vennero in contatto coi gessi li ridussero e formarono del minerale solfifero. Esaminiamo più particolarmente i citati terreni del Miocene superiore in rapporto a questa ipotesi.

Tripoli. — Il prof. Spezia dimostrò, come già dissi, che soltanto numerose emanazioni geyseriane silicee, sparse per tutta la regione siciliana, poterono originare i banchi di tripoli, col fornire un abbondante alimento necessario alla moltiplicazione degli organismi inferiori, a cui necessita la silice per costituire potenti depositi silicei quali sono i tripoli.

Fra i tripoli si rinvennero, quantunque raramente, delle esili concentrazioni di solfo, le quali furono oggetto di discussione circa la loro origine.

L'Ing. Cavalletti, professore nella Scuola degli Ingegneri di Palermo, osservò nella miniera Trabonella, fra i tripoli, del solfo cristallino che, secondo lui, dovette provenir dal solfo del minerale del giacimento soprastante, stato disciolto dalle acque, le quali poi si infiltrarono fra i sottostanti tripoli ove depositarono solfo.

Nella solfara Cabernardi egli rinvenne fra i tripoli del solfo amorfo, sotto forma di amigdale che hanno il carattere di deposizioni dirette entro i tripoli, il che pare confermato dal fatto che al disopra di essi, in quei punti, manca il banco solfifero.

Queste amigdale di solfo amorfo parmi non debbano rappresentare, come suppone l'Ing. Cavalletti, depositi di solfo formatisi coi tripoli e ciò per la seguente ragione. I geyser subacquei che fornirono l'elemento siliceo dei tripoli dovevano pure emanare H_2S; questo gas però, perchè svolgentesi in bacini aperti, non poteva, come si dirà in appresso, dare origine a depositi di solfo. Siccome fra i tripoli si incontrano straterelli di lignite, parmi più probabile che, se una di queste lenti di lignite venne ricoperta da materiale gessoso, possa avere effettuata la riduzione del gesso per azione microbiolitica e si sia prodotto del solfo, come si dirà più diffusamente parlando della riduzione dei gessi.

Si incontrano quantunque raramente dei banchi di tripoli sopra i gessi: questo fatto non infirmerebbe l'ipotesi Spezia, perchè centri sporadici di emanazioni geyseriane calde poterono formarsi pure successivamente, però con minor frequenza, anche quando già si era depositato il gesso.

Calcare concrezionato. — Mentre il vapor d'acqua ed i gas emanatisi durante il primo periodo di vulcanismo, a motivo della loro elevata temperatura, decomposero i silicati alcalini lambiti da queste correnti geyseriane e produssero la silice dei tripoli, successivamente, pel raffreddamento del vapore d'acqua e delle emanazioni di $H_2 S$ e CO_2, queste dovettero, lungo il loro percorso, disciogliere soltanto roccie calcaree e trasportare così alla superficie acque calcarifere, suscettibili di formare depositi di travertini.

Il calcare concrezionato privo di fossili, contenente iodio e fosforo in proporzioni tanto inferiori ai calcari di origine organica, devesi considerare come un deposito di travertino subacqueo.

Queste sorgenti calcarifere sono perciò conseguenza di fenomeni di vulcanismo, perchè furono le emanazioni di $H_2 S$ e CO_2 le quali non solo promossero la soluzione dei calcari mesozoici da esse attraversate in profondità, ma emulsionando le acque calcarifere ed espandendosi, fornirono la forza necessaria a sollevarle fino alla superficie.

Gessi. — Baldacci, come già si disse, fece l'osservazione che quasi sempre ad un maggiore sviluppo dei banchi di calcare concrezionato, ne corrisponde uno più debole dei banchi soprastanti di gesso.

Questo stretto rapporto fra le due formazioni induce a supporre che tutte e due si debbano attribuire alle stesse emanazioni di gas $H_2 S$ e CO_2, accompagnate da acque calcarifere, le quali in alcune circostanze depositarono calcare ed in altre, gesso. Veniamo a ricercare quali possono essere queste diverse circostanze.

Il prof. Spezia (1), basandosi su esperienze fatte da Béchamp, e da lui ripetute, trovò che mediante una corrente di $H_2 S$, entro un vaso contenente acqua e calcare, viene cacciato il CO_2 dal calcare e si ottengono cristalli di calcite, di gesso e di solfo; da ciò egli credette giustificato il supporre che, se entro soluzioni calcarifere vengono a prevalere rispettivamente emanazioni di $H_2 S$ e di CO_2, deve formarsi un deposito di gesso oppure di carbonato di calcio.

Osservo però che in natura non si verifica questo fenomeno supposto dallo Spezia, perchè nei laghi di Tivoli, dove si svolge in grande quantità H_2S, il quale, dopo aver saturato quelle acque calcarifere, va a perdersi nell'atmosfera, si producono depositi di calcare con piccole quantità di solfato di calcio e soltanto rari cristalli di solfo.

---

(1) Spezia. Opera citata, pag. 19.

Parmi invece che la formazione del gesso sia dovuta alla solfatizzazione del calcare sciolto in acque, la quale ha luogo soltanto nei casi in cui l'H_2S, è in quantità relativamente piccola da non saturare le acque, mentre abbondando l'H_2S si deposita invece del calcare. E ciò per le seguenti ragioni:

Durante il periodo in cui vennero a depositarsi dapprima il calcare concrezionato e poi i gessi, le emanazioni di gas dovettero gradatamente diminuire in intensità e conseguentemente anche le sorgenti calcarifere essere meno attive. Oltre a ciò è da considerare che durante questo periodo di tempo, il terreno andò sempre abbassandosi, per cui le acque degli estuarii assunsero sempre maggiori altezze e quindi dovette diminuire la loro ricchezza in H_2S; ora trovando noi che i gessi si formarono sempre dopo il calcare, devesi supporre che questo cambiamento di natura del deposito da calcare in gesso sia da attribuirsi alla suaccennata diminuzione del tenore in H_2S delle acque, per effetto della maggiore estensione e profondità dei bacini.

Queste considerazioni sono confermate dagli studi sulle funzioni di alcuni batteri che, come dirò in appresso, hanno la proprietà di solfatizzare i carbonati disciolti nelle acque solfidriche, ossia di produrre del gesso. Questi batteri non trovano propizie le condizioni di vita nei bacini dove l'H_2S è in tanta abbondanza da saturare le acque, ed in conseguenza dove le acque calcarifere sono sature di H_2S non si formano gessi e si depositano soltanto calcari.

Dirò qui brevemente quali siano le funzioni vitali di questi microrganismi detti Tiobatteri, ossia batteri ossidanti dell'H_2S e produttori del gesso (1). Essi traggono alimento dall'H_2S e respirano l'ossigeno dell'aria e si incontrano in grande abbondanza in tutti i bacini entro cui si sviluppa H_2S. Nel loro corpo si formano piccole sfere di solfo molli ed oleose e si rinviene pure del gesso.

---

(1) T. Baroncelli. — *I batteri del solfo.* Torino, 1910.

Venne constatato che se ai Tiobatteri si toglie l'H_2S, essi in presenza dell'ossigeno consumano, in due giorni, il solfo accumulato nelle cellule del loro protoplasma e poi muoiono. Parimenti soccombono se viene loro tolto l'ossigeno. Non possono vivere in ambiente molto acido, per cui i prodotti contenenti acido solforico, da loro secrecati, sono per essi venefici: occorre per la loro vita che nello ambiente in cui vivono, si trovino disciolti dei carbonati alcalini i quali vengono, nel loro corpo stesso, a solfatizzare l'acido solforico prodottosi, dando origine a secrezioni di solfati.

Si osservò che in un bacino ove si svolga dal basso H_2S, i Tiobatteri prendono dimora verso la superficie dell'acqua, dove dall'alto ricevono l'aria occorrente; essi non si approfondiscono oltre un dato livello dalla superficie.

Venne infine dimostrato che per i Tiobatteri, il contenuto del liquido in H_2S non deve superare un certo limite, non ancora ben stabilito, ma inferiore di certo al contenuto di un' acqua satura di questo gas. Questi batteri dovrebbero perciò più propriamente chiamarsi i batteri del gesso anzichè i batteri del solfo.

Concludendo: I banchi di tripoli, di calcare concrezionato, di gessi, costituenti il Miocene superiore in Sicilia, si possono considerare come il risultato di manifestazioni di vulcanismo e cioè di emanazioni di H_2S e CO_2 le quali diminuirono progressivamente di temperatura e di intensità.

Emanazioni di H_2S potendo penetrare tanto entro lagune di estuario, dotate di acque salmastre, come entro laghi, devonsi perciò avere anche formazioni gessose di origine lacustre.

Mentre parmi che la formazione dei banchi di gesso del Miocene superiore, la quale si estende dal Piemonte fino alla Sicilia, sia dovuta ad emanazioni di H_2S prodottesi in seguito al sollevamento dell'Appennino, non è da escludere però che in alcuni casi si siano prodotti banchi di gesso anche per evaporazione di acque marine.

V.

MINERALI SOLFIFERI.

GIACIMENTI DI MINERALE, DI CALCARE POROSO, DI STRONZIANA.

Al contatto dei calcari concrezionati coi gessi, oppure al contatto fra i gessi e le marne plioceniche ed infine intercalati fra gli stessi banchi di gesso, si rinvengono sporadicamente dei giacimenti di minerale solfifero aventi forme amigdalari, come pure dei giacimenti di calcare poroso detto in Sicilia *perciuliato* ed infine dei giacimenti di celestina e di stronzianite ($Sr\ SO_4$ e $Sr\ CO_3$).

Farò qui un breve cenno sui fenomeni più caratteristici che presentano i minerali ed i giacimenti solfiferi siciliani, stati più particolarmente descritti nelle opere succitate del Mottura e del Baldacci. Una particolareggiata descrizione mineralogica e chimica dei minerali siciliani venne fatta dal prof. Spezia nell'opera citata.

Minerali solfiferi. — Il solfo nei minerali solfiferi siciliani si presenta associato ad una ganga calcarea, marnosa, bituminosa, talora silicea con struttura frequentemente listata (soriata), talvolta esso è mescolato irregolarmente fra il calcare: meno frequente s'incontra il minerale a struttura gessosa oppure con frammenti di calcare cementati da solfo puro.

Il solfo nei minerali è generalmente cristallino; si trova allo stato amorfo con struttura concrezionata ed aspetto saponaceo principalmente quando è compreso fra ganga argillosa.

La ganga calcarea dei minerali contiene in proporzioni variabili, a seconda dei giacimenti, della stronziana, del bitume e della silice.

Nel minerale soriato gli straterelli di calcare e di solfo sono frequentemente separati da interstizii che permisero al calcare di ricoprirsi di cristalli di calcite rivolti verso il basso, ed al solfo, che sempre occupa la parte più bassa dei vuoti stessi, di avere dei cristalli le cui punte sono rivolte verso l'alto.

Il minerale soriato non presenta per lunghi tratti regolari straterelli; talora questi si riuniscono e si confondono per dare posto ad un miscuglio, talora si ripiegano in alto ed in basso in discordanza con l'andamento del giacimento solfifero. La massa del minerale nulla offre che possa far riconoscere l'esistenza di un piano generale di stratificazione, tutto ricorda una roccia formata per cristallizzazione piuttosto che per sedimentazione.

Giacimenti di minerali solfiferi. — I giacimenti solfiferi della Sicilia, Romagna e Marche, tutti associati ai banchi di gesso, presentano la forma, alcune volte, di lenti, tanto estese da paragonarsi a a regolari strati, altre volte invece di veri ammassi con ingrossamenti nelle parti mediane e forti restringimenti ai bordi.

Queste lenti solfifere che difficilmente superano i 500 metri in direzione, si trovano il più delle volte situate al letto dei banchi di gesso, ma non sono rare le concentrazioni solfifere fra gli stessi banchi di gesso ed anche al tetto della formazione gessosa e cioè sotto le marne del Pliocene.

Gli affioramenti di tutti i banchi solfiferi presentano un materiale gessificato, friabile, chiamato dai minatori *briscale*, il quale non è altro che minerale stato solfatizzato perchè in contatto coll'atmosfera.

I banchi solfiferi talvolta posano sul calcare concrezionato, ma in questo caso ne sono generalmente separati da un sottile strato argilloso e sono ricoperti dal gesso: sono però più frequenti gli esempi di mancanza di calcare concrezionato ed allora i minerali posano direttamente sopra i tripoli o sopra le marne tortoniane.

Le solfare Pernice (Raccalmuto) e Mandrazzi (Comitini) presentavano una ricca concentrazione solfifera al contatto inferiore della massa gessosa colle marne tortoniane ed un'altra, parimenti molto ricca, al contatto dei gessi coi trubi.

Nella solfara Trabonella il giacimento solfifero è composto di 5 banchi intercalati da strati di tufo; la massa solfifera posa sui tripoli ed è ricoperta dai gessi, manca cioè il calcare concrezionato.

I banchi solfiferi presentano al tetto una superficie regolare, se ricoperti dai tufi argillosi; hanno invece una superficie irregolarissima, quando su di essi riposano direttamente i gessi cristallini ed allora sovente si vede il minerale internarsi nella massa del gesso, e del gesso penetrare in quella del minerale.

I giacimenti solfiferi hanno raramente delle grandi ed estese apofisi fra le fratture dei banchi di gesso che li racchiudono. Si citano però le seguenti eccezioni:

Alla solfara Accio S. Giovannello, entro una frattura del gesso quasi normale alla stratificazione, si incontrò una lente solfifera avente una potenza che in alcuni punti arrivò fino a 20 metri.

Alla solfara Montalto di Cattolica lo strato solfifero, che è generalmente di potenza inferiore al metro, ad un certo punto viene a mescolarsi ai gessi del tetto e forma delle ramificazioni di minerale gessoso che si estendono entro il tetto fino a 20 metri di altezza. Alla solfara Giordano (Caltanissetta), in corrispondenza ad una cessazione brusca dello strato solfifero, il minerale si vide penetrare entro i gessi del tetto.

Oltre agli interstizi che presenta il minerale soriato si incontrano talvolta dei vuoti di parecchi metri cubi nella massa del minerale, detti in Sicilia *garbere*.

La potenza dei banchi solfiferi è generalmente tanto più grande quanto più essi sono inclinati. Da un lavoro statistico compilato dal R. Corpo delle miniere, risulterebbe che la potenza media degli strati solfiferi varia nel seguente modo:

pendenze	9-15°	potenza	media	metri	3,44
»	15-30°	»	»	»	6,46
»	30-60°	»	»	»	7,98
»	60-90°	»	»	»	8,19

L'ing. M. Gatto (1) segnala un altro fatto molto interessante per la genesi dei minerali di solfo. « In generale — egli dice — nei giacimenti piegati ad U, i quali presentano cioè una sinclinale, un lato « solo della sinclinale è mineralizzato, e se si susseguono due sinclinali identiche, debbono o no essere mineralizzati i due lati adiacenti. Quando il piegamento è meno accentuato allora è probabile « che siano mineralizzati tutti e due i lati ».

---

(1) *Accidentalità geologiche nei giacimenti solfiferi* (Boll. Soc. Licenziati R. Scuola min. di Caltanissetta, anno VIII, n. 4 e 5, pag. 9 a 16). Caltanissetta, 1900.

Tale dissimetria, che si osserva pure nel giacimento di Floristella raffigurata nell'opera del Mottura, deve perciò considerarsi come un fatto generale per tutti i giacimenti solfiferi associati a banchi di gesso disposti a pieghe accentuate.

La dissimetria nella potenza e ricchezza dei giacimenti solfiferi disposti a pieghe anticlinali venne pure segnalata, come si dirà più particolarmente in appresso, da Baldacci descrivendo l'anticlinale che si osserva nella solfara Montagna (Sommatino).

Giacimenti di calcare poroso detto perciuliato. — Associato ai banchi di gesso si trovano in Sicilia non soltanto delle lenti di minerale solfifero, ma anche dei numerosi banchi generalmente poco estesi, di calcare a struttura porosa, detto dai minatori perciuliato, talora affatto privo di solfo ma quasi sempre stronzianifero. Questi banchi per la loro disposizione stratigrafica e per la natura del calcare sono ritenuti banchi di minerale solfifero stati in seguito spogliati del loro solfo da agenti dissolventi; questo calcare viene perciò anche chiamato calcare solfifero.

Alla solfara Virdilio osservasi che soltanto la zona più alta del giacimento solfifero venne spogliata del solfo e trasformata in calcare stronzianifero, al quale in miniera si dava il nome di *calcinarello*, per distinguerlo dal calcare concrezionato detto dai minatori *calcinaro*.

Giacimenti di stronziana. — I principali giacimenti di stronziana, o più precisamente di stronzianite, stati fin qui coltivati si trovano nel comune di Palma. Essi sono generalmente ricchi di limonite e sono situati alla parte superiore dei gessi e cioè fra questi e le marne calcaree dette trubi. Solo in qualche caso il materiale stronzianifero sta fra i gessi ed il sottostante calcare concrezionato.

I giacimenti di stronziana vengono considerati come giacimenti di minerale solfifero povero in solfo e ricco di elementi di celestina e di stronzianite.

VI.

I MINERALI SOLFIFERI SICILIANI NON VENNERO FORMATI ENTRO BACINI ACQUIFERI APERTI.

I grandi giacimenti di solfo sono stati generati esclusivamente da H_2S. E' bensì vero che dalle fumarole dei vulcani si sprigionano dei vapori di solfo i quali formano delle concentrazioni di solfo puro, ma questi vapori non possono aver prodotto che insignificanti depositi di materiali solfiferi fra i terreni vulcanici.

L'H_2S proveniente da emanazioni endogene come quelle prodotte dalla riduzione dei solfati, può fare depositi di solfo in due distinti modi: se l'H_2S penetra fra i meati di roccie porose senza essere accompagnato da acqua, dà origine a solfo amorfo o concrezionato, se invece l'H_2S è disciolto nell'acqua e viene a circolare entro condotte chiuse, oppure lungo fratture del terreno. allora deposita solfo cristallino che tappezza le pareti. In ogni caso però perchè l'H_2S dia origine a solfo è condizione essenziale che esso si trovi in contatto con una scarsa quantità di ossigeno onde si abbia soltanto la parziale ossidazione indicata dalla formola $H_2S + O = S + H_2O$.

Quando il gas H_2S, oppure le acque solfidriche stanno in lungo contatto con un'abbondante quantità di ossigeno allora si effettua la completa ossidazione ed invece di solfo viene a prodursi dell'acido solforico.

In conseguenza l'H_2S forma depositi di solfo nei terreni vulcanici porosi (solfatare) perchè, una volta che il solfo colmò i meati del terreno poco arieggiati, si trovò fuori del contatto dell'aria. Parimente nelle condutture chiuse le acque solfidriche non trovano che l'ossigeno necessario per la parziale ossidazione dell'H_2S e formano cristalli di solfo, mentre che nei bacini aperti le acque solfidriche, dopo avere dato origine, alla loro superficie, del solfo in fini elementi, questo gradatamente subisce un'intera ossidazione e trasformasi in acido solforico.

Il prof. Spezia (1) allo scopo di combattere la supposizione che l'H_2S debba soltanto dare origine a solfo concrezionato e non a solfo cristallino ricorda i seguenti fatti:

« F. Shepard osservò nel geyser di Plutone in California che quando « si sviluppava H_2S caldo si formavano dei bei cristalli di solfo.

« Keilbach accenna che alla solfatara di Krisvik in Irlanda gli « stretti canali da cui sfuggono getti di vapore e gas, sono rivestiti « da incrostazioni di solfo.

« Mottura asserisce che nei giacimenti solfiferi di Sicilia si in- « contrano spesso delle fessure, in cui scorrono le acque ricche di « H_2S, cristalli di solfo che ne tappezzano le pareti principalmente « le più elevate.

« Importante poi è la scoperta di Breislak. Egli stabilì alla « solfatara di Pozzuoli un condotto tubolare nel quale scorrevano « giornalmente 3000 pinte d'acqua ricca di H_2S. Dopo parecchio « tempo egli trovò le pareti del tubo coperte di cristalli di solfo. « Detta esperienza dimostra che il movimento dell'acqua non aveva « impedito la cristallizzazione del solfo.

« Io ho pure sperimentato che l'H_2S fornisce solfo cristallizzato « quando l'aria venga al suo contatto lentamente attraversando uno « strato poroso di argilla ».

I fatti citati dal prof. Spezia vengono a provare non soltanto il suo asserto che l'H_2S può depositare dello solfo cristallino, ma dimostrano che condizione essenziale perchè le acque solfidriche diano depositi di solfo cristallino, quale si incontra nei giacimenti siciliani, si è che queste siano contenute in ambienti chiusi o che circolino entro condotti, oppure in fratture sotterranee, dove le acque, qui penetrate dalla superficie, non contengano che scarse quantità d'aria.

Del resto che in bacini acquiferi aperti, da cui si sprigionano abbondanti quantità di H_2S, non si formino depositi di solfo è dimostrato dal fatto già accennato, che nei laghi dei bagni di Tivoli, dove si hanno abbondanti emanazioni di H_2S accompagnate da sorgive calcarifere, non si formano che rari cristalli di solfo.

---

(1) Spezia. — Opera citata, pag. 118.

Citerò ancora un altro fatto il quale dimostra che le emanazioni di H_2S e CO_2, accompagnate da acque calcarifere, danno origine a carbonati e solfati di calcio, se all'aperto, e a minerali di solfo, se penetrano entro fratture di terreni oppure nei meati di roccie porose. Presso Thermopolis (Stati Uniti del Nord America) si hanno sorgenti calde (57°) che spandono forte odore di H_2S e contengono molto CO_2. Le acque perchè ricche di Ca, Mg, Na, Fe, danno origine a terrazze di travertino composto di carbonato con alquanto solfato calcico, il quale racchiude piccole quantità di isolati cristalli di solfo.

Si rinviene del solfo, economicamente coltivabile, nel calcare mesozoico alterato su cui posa il travertino; fra questo calcare il solfo si presenta in vene assai irregolari, e ciò sempre dove anteriormente le sorgenti vennero a contatto col calcare. Questi giacimenti di solfo in estensione orizzontale di rado raggiungono una lunghezza di 30 metri, mentre in senso verticale si approfondiscono e presentano una grande irregolarità. Il solfo si rinviene in due differenti stati e cioè in cristalli nelle vene e druse, oppure sotto forma di minerale massiccio, con mantenimento della primitiva struttura del calcare, se questo per essere poroso venne imbevuto dalle acque solfidriche.

Nel Mar Nero, le cui acque sono impregnate di H_2S in proporzioni crescenti con la profondità, gli scandagli dimostrarono che al fondo di esso si trovano melme nerastre contenenti in abbondanza solfuro di ferro senza traccie di solfo puro.

Nello stagno di Versailles dove pure si sviluppano grandi quantità di H_2S non dovute ad origine endogena, non si formano depositi solfiferi. In esso si presentano i seguenti fenomeni che credo quì opportuno di ricordare, desumendoli dal giornale « Corriere della Sera » del 2 marzo 1914:

« Da qualche hanno un singolare fenomeno si manifesta di tratto « in tratto, nel parco di Versailles: dallo stagno degli Svizzeri sal- « gono emanazioni pestilenziali e le acque dello stagno stesso si in-

« fettano, mutano colore, assumono un aspetto lattiginoso e i pesci « muoiono. Due anni or sono ben 5000 kg. di pesci morti dovettero « essere estratti dallo stagno. Un'inchiesta ufficiale compiuta in questi « ultimi sei mesi, ha condotto ad alcuni interessanti accertamenti. « Le emanazioni pestilenziali derivano dallo sprigionarsi, dal fondo « del laghetto, di grandi quantità di idrogeno solforato. Ma, oltre « all'avvelenamento dei pesci, si era rilevato un altro curioso feno- « meno: le facciate delle case di Versailles volte verso lo stagno, i « recipienti di rame da cucina, la statua di bronzo dell'abate de « l'Epée, l'argenteria negli astucci e nei cassetti si annerivano rapi- « damente durante le emanazioni. Secondo il prof. Matruchot, che « ha fatto le indagini, l'idrogeno solforato si produce permanente- « mente nello stagno degli Svizzeri, il cui fondo è formato da uno « strato di fango profondo in media 40 centimetri, in seguito alla « fermentazione della fanghiglia provocata da numerosi bacilli capaci « di distruggere le molecole organiche e di mettere quindi in libertà « dell'idrogeno. Questo gas allo stato nascente agisce sui solfati e sui « solfuri producendo l'idrogeno solforato ».

Concludendo: l'H_2S che viene svolgendosi in bacini lacustri e di estuario può produrre depositi di gesso se le acque sono calcarifere, altrimenti si perde nell'atmosfera, oppure si trasforma in acido solforico; perchè da acque solfidriche si formino depositi di solfo occorre che esse scorrano entro fratture del terreno dove le acque, quì penetrate dalla superficie, scarseggiano d'aria.

VII.

Sull'origine dell'idrogeno solforato che formò i giacimenti solfiferi siciliani.

Mentre pare dimostrato che la maggior parte dei minerali di solfo sia stata originata non da vapori di solfo, ma da H_2S entro fratture sotterranee, devesi escludere che l'H_2S, che produsse il solfo dei minerali siciliani, sia dovuto ad emanazioni endogene. Questi gas infatti se fossero pervenuti da grandi profondità avrebbero dovuto attraversare i calcari concrezionati ed in essi produrre delle vene di solfo oppure imbevere i calcari porosi, come a Thermopolis, mentre si verifica invece che questi calcari in Sicilia non hanno traccie di solfo.

Se poi emanazioni endogene di $H_2 S$ fossero penetrate fra i meati dei banchi gessosi, avrebbero formato dei minerali a ganga esclusivamente gessosa; ora i minerali siciliani essendo in gran parte a ganga calcarea e compresi fra banchi gessosi, devesi ammettere che l'$H_2 S$ dovette generarsi, in sito, dalla riduzione dei gessi.

In conseguenza deve essersi verificato il singolare fatto che il solfo dell'$H_2 S$, svoltosi durante il Miocene superiore da emanazioni endogene entro bacini d'estuario, non andò perduto nell'atmosfera, ma venne immagazzinato dai Tiobatteri sotto forma di banchi di gesso. In un'epoca posteriore emanazioni di idrocarburi, per opera di altri batteri, vennero a rendere nuovamente libero dal gesso l'$H_2 S$, e questo, percorrendo fratture dove soltanto era possibile una parziale ossidazione, produsse il solfo cristallino.

Resta a risolvere il problema che presentò le maggiori difficoltà a tutti i sostenitori della genesi del solfo per riduzione dei gessi; quello cioè di precisare in quali circostanze si sia potuta effettuare tale riduzione, e quale sia stato l'agente riduttore.

Il gesso ad elevata temperatura, in presenza di carburi, può ridursi in solfuro di calcio, il quale alla sua volta produce $H_2 S$; ma nessun fatto lascia travedere che i gessi, i quali racchiudono minerali di solfo, abbiano subìto una temperatura elevata, quale richiedesi perchè si ottenga la loro riduzione per effetto di reazioni chimiche ordinarie.

E' però noto che i solfati possono essere ridotti a temperatura ordinaria da sostanze organiche per azioni microbiolitiche, quindi è naturale il supporre che soltanto in queste azioni debba trovarsi l'origine dei minerali di solfo siciliani.

Si constata che le acque delle torbiere sono ricche di $H_2 S$ e la torba, appena estratta, dà un marcato odore di $H_2 S$, il quale viene attribuito alla fermentazione delle piante torbifere, colla quale si genera dell'acido carbonico e del metano suscettibile, allo stato nascente, di ridurre i solfati disciolti nelle acque. All'H_2S prodottosi da questa riduzione si attribuisce il solfuro di ferro contenuto nei combustibili fossili, il quale abbonda specialmente nelle ligniti italiane (1) perchè queste generalmente si depositarono entro bacini situati fra terreni montuosi dove le acque piovane, prima di arrivare ai bacini in cui stava formandosi la lignite, si arricchirono, per aver percorso estese falde montuose, di solfati e di sali di ferro.

La lignite della miniera di Valdagno (Vicenza), depositatasi in un bacino attorniato da monti dove abbondano basalti ferriferi, contiene grossi noduli di pirite aventi oltre il 5 per cento del peso totale della lignite. Questa pirite deve attribuirsi all'azione dell'H_2S sopra i sali di ferro che si trovavano disciolti nel bacino dove andava formandosi la lignite di Valdagno.

La riduzione dei solfati per effetto della fermentazione di sostanze organiche fu l'oggetto di studi principalmente di Beyerink, il quale trovò che molte specie di batteri hanno la proprietà di agire sui solfati, i solfiti ed il solfo puro, producendo H_2S. Con certi batteri, da lui scoperti nelle acque delle fogne di Amsterdam, egli ottenne in quarantotto ore la totale decomposizione del solfato di sodio contenuto in acque che avevano 45 mmg. di SO_3 per litro d'acqua.

Questi batteri riduttori dei solfati sono anaerobici, ossia vivono fuori dell'aria e possono perciò svolgersi sottoterra, come del resto vennero trovati altri batteri viventi nelle miniere di sale in Germania.

Le precise funzioni vitali di questi batteri riducenti sono ancora poco note: alcuni ammettono che la riduzione dei solfati sia da essi prodotta indirettamente, e cioè siano il carbonio ed il metano da essi secrecato che hanno la proprietà, per essere allo stato nascente, di ridurre i solfati. Altri autori adducono fatti per dimostrare invece che tale riduzione viene effettuata direttamente nel protoplasma di questi batteri.

Questi batteri trasformano in H_2S non soltanto i solfati, ma con maggior attività i solfuri ed il solfo puro.

---

(1) Toso. — *Notizie sui combustibili fossili italiani.* Roma, 1891.

Mentre trovai citate numerose esperienze di riduzione di solfato di calcio in presenza di sostanze organiche, per azione di batteri, non era a mia conoscenza che tale riduzione potesse avvenire anche per effetto di idrocarburi minerali, ritenuti come inerti ad ogni combinazione.

Il prof. Gola dell'Università di Torino, alla cui gentilezza ricorsi per informazioni al riguardo, mi fece conoscere che esistono microorganismi, come risulta da esperienze di Beyerink, Rahn, Gola, dotati della proprietà di attivare anche gli idrocarburi e che questi e la paraffina possono entrare in relazioni cogli esseri viventi. Egli aggiunse che la capacità per molti microbi di rendere attivi corpi allo stato molecolare, venne riconosciuta anche da recenti esperienze di Bargagli-Petrucci, le quali hanno dimostrato che alcuni microrganismi possono produrre dell'ozono dall'ossigeno molecolare. Anche gli azoto-batteri rendono l'azoto, per se non meno inerte degli idrocarburi, capace di combinarsi con l'ossigeno.

E' noto infatto che mentre l'azoto dell'aria può essere ossidato soltanto a temperature elevate, quali si possono conseguire da correnti elettriche, gli azoto-batteri a temperatura ordinaria ossidano l'azoto dell'atmosfera e producono nitrati sulle pareti umide dei muri, donde il nome di sale delle pietre.

Pare per ciò accertato che, mercè l'intervento dei batteri, si possa effettuare, in presenza di idrocarburi ed alla temperatura ordinaria, la riduzione dei solfati disciolti in acque del sottosuolo, dando luogo alle stesse reazioni chimiche che, senza l'azione dei batteri, si avrebbero soltanto ad elevata temperatura cioè:

$$\begin{aligned} CaSO_4 + C_2 + H_2O &= CaCO_3 + H_2S + CO_2 \\ CaSO_4 + CH_4 &= CaCO_3 + H_2S + H_2O \end{aligned}$$

Queste due reazioni mettono in rilievo che nelle regioni dove gli idrocarburi hanno un grado di carburazione superiore a quella del metano (CH_4) nella riduzione dei gessi si produce, oltre ad H_2S, anche CO_2.

Ricordo che le emanazioni endogene di idrocarburi variano di natura a seconda delle regioni. A Sassuno, per esempio, si emanano idrocarburi liquidi e gassosi più carburati di quelli di tutta la regione Emiliana; in essi si trovò una notevole quantità di idruro d'etile, che forma il termine più elevato delle serie metaniche.

VIII.

NUOVA IPOTESI SULL'ORIGINE DEI MINERALI SOLFIFERI SICILIANI.

Le considerazioni su esposte sull'azione riducente dei batteri del solfo, e sulla presenza nella regione solfifera siciliana di molte emanazioni di idrocarburi ed infine sulla formazione di solfo cristallino entro condotti o fratture percorsi da acque solfidriche, rendono giustificata la seguente ipotesi sul modo di formazione dei giacimenti solfiferi siciliani.

Le emanazioni di idrocarburi, accompagnate da acque stronzianifere e silicee, le quali comparvero in Sicilia dopo il Pliocene, e sono tuttora attive, nel portarsi in alto verso l'esterno, percorrendo fratture dei banchi di gesso, ridussero la roccia gessosa da esse lambita, producendo, a temperatura ordinaria per azione microbiolitica, dell' H_2S e del calcare ed in talune circostanze del CO_2.

L' H_2S entro le fratture sotterranee potè per reazione chimica ordinaria, ossidandosi, dare origine a solfo, poichè la corrente degli idrocarburi richiamò nel sotterraneo acque superficiali arieggiate che permisero la parziale ossidazione dell' H_2S. Col solfo dovettero pure depositarsi, oltre al calcare, composti stronzianiferi, silicei e bitume che accompagnavano gli idrocarburi.

Fra i giacimenti metalliferi del Massetano e quelli solfiferi di Sicilia esisterebbe perciò la seguente analogia. Nei primi le emanazioni metallifere deposero incrostazioni di minerali, unitamente a ganga quarzosa precipitatasi per effetto delle reazioni chimiche esercitate dalle emanazioni metallifere sui silicati alcalini delle roccie incassanti; nei giacimenti solfiferi si effettuò il deposito di elementi endogeni stronzianiferi bituminosi e silicei, unitamente al calcare ed al solfo prodottisi dall'azione riducente degli idrocarburi sulle roccie gessose; per questo fatto i giacimenti solfiferi devono, come quelli metalliferi, definirsi filoniani.

L'analogia dei giacimenti solfiferi con quelli petroliferi, ammessa la citata ipotesi, sarebbe tanto maggiore, perchè ne risulterebbe che se emanazioni di idrocarburi penetrarono fra banchi di calcare poterono, in determinate condizioni, dare origine a giacimenti di petrolio, mentre se si infiltrarono fra banchi gessosi produssero giacimenti solfiferi.

L'ipotesi succitata viene a spiegare le osservazioni che si leggono nello studio dell'Ing. A. Stella sui minerali di solfo di Sicilia e di Romagna (1).

Egli, nell'intento di trovare la soluzione del problema della genesi dei minerali di solfo, fece un esame microscopico dei diversi tipi di detti minerali e trovò in tutti la presenza di foraminifere, radiolarie e diatomee disseminate nella loro ganga calcarea marnosa.

La presenza di pesci e molluschi fossili, di tronchi d'albero e di foglie nei giacimenti solfiferi già era stata segnalata ed anzi citata per dimostrare la loro origine sedimentaria in bacini d'estuario dove era possibile la vita organica. Stella venne a provare che esistono pure abbondanti fossili microscopici e per questo fatto egli scrisse: « possiamo già fin d'ora affermare che si debba, riguardo alla genesi « dei giacimenti di solfo, aggiungere un concetto nuovo, giacchè nelle « roccie a solfo noi non abbiamo soltanto elementi di origine mec« canica ed altri di deposito chimico, ma abbiamo anche una por« zione di origine organica;

e concluse:

« Ora se si pon mente all'insieme dei fossili macroscopici e mi« croscopici della formazione solfifera siciliana, e se si confrontano da « un lato col complesso dei fossili del sottostante *tripoli* e dei sopra« stanti *trubi*, dall'altro coi fossili delle restanti formazioni solfifere

---

(1) A. Stella. — *Sulla presenza di fossili microscopici nelle roccie a solfo della formazione gessoso-solfifera italiana.* (Bollettino della Società Geologica, vol. XIX, pag. 694). — Roma, 1900.

« in generale, non si può a meno di riflettere che dessa formazione « solfifera produttiva, malgrado differenze importanti rispetto alle « formazioni che la comprendono, mostra una continuità di ambiente « ben maggiore di quanto si sospettava e, rispetto alle formazioni « collaterali equivalenti, è lungi dal presentare quella pronunciata « anormalità che si suole generalmente supporre ».

Ricordo come la continuità di ambiente durante il deposito della formazione calcareo-gessosa e dei tripoli venne pure da me ammessa, anzi dimostrai che i terreni formanti il Miocene superiore sono il prodotto di una serie non interrotta di fenomeni di vulcanismo che si svolsero successivamente entro gli stessi estuarii.

La presenza fra i minerali solfiferi degli stessi fossili microscopici che si incontrano nei banchi di gesso che li racchiudono parrebbe portare alla conseguenza che la formazione del minerale di solfo sia indubbiamente contemporanea a quella gessosa, ma può anche essere spiegata coll'ipotesi filoniana. Ed infatto se correnti di idrocarburi vennero a percorrere fratture fra i banchi calcareo-gessosi, essi dovettero reagire esclusivamente sul solfato di calcio lambito dagli idrocarburi e lasciare intatte tutte le altre roccie e quindi anche i fossili calcarei e silicei frammisti al gesso, i quali perciò vennero a depositarsi colla ganga del minerale di solfo prodottasi, come si disse, sia dal calcare risultante dalla riduzione del gesso, come pure dagli elementi calcarei marnosi, silicei, fossiliferi che accompagnavano il gesso.

L'ipotesi filoniana è la sola che può spiegare razionalmente il perchè i minerali di solfo comprendono, come osservò lo Stella, un deposito chimico ed uno meccanico di elementi rimaneggiati prodottisi durante la riduzione del gesso, fra i quali trovavansi i fossili calcarei silicei della formazione gessosa.

Esaminiamo ora le diverse forme che devono assumere i giacimenti di minerale di solfo a seconda delle differenti disposizioni presentate, sia dalle faglie percorse dagli idrocarburi, sia dai banchi di gesso da esse attraversati.

IX.

GIACIMENTI SOLFIFERI PRODOTTI DA IDROCARBURI PERCORRENTI FAGLIE OBLIQUE ALLA VERTICALE E PARALLELE ALLA STRATIFICAZIONE DEI BANCHI DI GESSO AFFIORANTI.

Prima di esaminare nei loro particolari le diverse disposizioni che devono assumere i depositi prodotti dalla riduzione dei gessi per effetto degli idrocarburi, credo opportuno riassumere qui quanto già espressi sulle faglie state percorse dalle emanazioni endogene gassose (1).

Queste non poterono svolgersi e venire all'esterno senza che i terreni subissero delle dislocazioni che dovettero essere il risultato di ripetuti movimenti sismici.

Ricordo qui l'osservazione fatta da Tassart che cioè tutte le regioni in cui si svolgono emanazioni di idrocarburi e nelle quali si rinvengono giacimenti petroliferi, corrispondono a zone di movimenti sismici. Lo stesso fatto venne segnalato da Lotti per le regioni degli attuali soffioni boraciferi toscani nelle quali si osservò che si verificano frequenti e leggere perturbazioni sismiche limitate alla regione dei soffioni stessi.

Ora queste dislocazioni dovettero formare delle fratture e delle faglie, di cui alcune verticali ed altre avvicinantesi all'orizzontale, come pure dei corrugamenti dei banchi.

Le fratture e le faglie verticali, perchè interessarono tutti i terreni ricoprenti i magma eruttivi (da cui si ammette che siano dipartite ad alta pressione tanto le emanazioni metallifere quanto gli idrocarburi) dovrebbero essere le sole ad essere percorse dalle emanazioni endogene.

Le faglie oblique alla verticale, generate da spinte prossime all'orizzontale, le quali si verificano generalmente nelle assise poste più verso la superficie, poterono essere percorse da emanazioni endogene soltanto nel caso in cui queste faglie vennero formate mentre si svolgevano le emanazioni endogene entro le faglie verticali. In tale caso se queste vennero sbarrate da una faglia obliqua, le emanazioni di parecchie faglie verticali poterono essere convogliate in una sola faglia obliqua, lungo la quale poi esse si portarono all'esterno.

---

(1) Toso. — Opera citata. *Sulla formazione dei giacimenti metalliferi*, ecc.

Le frequenti scosse sismiche agevolarono il passaggio delle emanazioni dotate di alta pressione, anche nelle faglie oblique, nonostante la pressione in esse esercitata dal tetto sul letto delle faglie.

Mentre le fratture verticali diedero generalmente origine ad esili concentrazioni metallifere e soltanto in determinate condizioni produssero adunamenti di petrolio, le faglie avvicinantesi più all'orizzontale che alla verticale si trovarono invece nelle condizioni più propizie per formare grandi ammassi metalliferi come pure degli importanti adunamenti di petrolio e di minerali solfiferi.

Se i banchi subirono dei corrugamenti, questi dovettero essere accompagnati da scorrimenti fra i banchi stati piegati, ossia si produssero delle faglie parallele alla stratificazione. Lo scorrimento in queste speciali faglie dovette effettuarsi principalmente al contatto fra banchi di roccie compatte, come i calcari ed i gessi e banchi di roccie più tenere scistose ed argillose.

In queste faglie parallele alla stratificazione dei banchi, poco appariscenti perchè non si può in esse rilevare, come nelle faglie trasversali, l'altezza del rigetto prodotto dallo spostamento dei banchi (sovente molto piccolo), le emanazioni metallifere diedero origine a filoni di contatto; le emanazioni petrolifere invece in queste stesse faglie, se lambirono banchi di gesso produssero, come si dirà in seguito, dei giacimenti solfiferi aventi un aspetto stratiforme quale presenta la maggior parte dei giacimenti siciliani.

Ciò premesso supponiamo, come indica la fig. 3, che la frattura verticale $YXX_1 X_{11}$ abbia dato passaggio ad idrocarburi attraverso i terreni 1-2-3 formati rispettivamente da tripoli, gessi e marne plioceniche e che, in seguito, per effetto di una faglia $a X_1$ obliqua alla verticale, posta al contatto fra la formazione gessosa ed i tripoli, i banchi 2-3 abbiano subìto uno scorrimento verso il basso, per cui la frattura petrolifera verticale venne spezzata ed assunse la disposizione indicata con $YXX_1 X_{11}$.

Gli idrocarburi dopo aver percorso la frattura verticale, avendo trovato sbarrato il loro passaggio in X, si apersero una nuova via, per salire verso l'esterno, al letto del banco gessoso fra i meati del terreno stato smosso in seguito alla formazione della faglia.

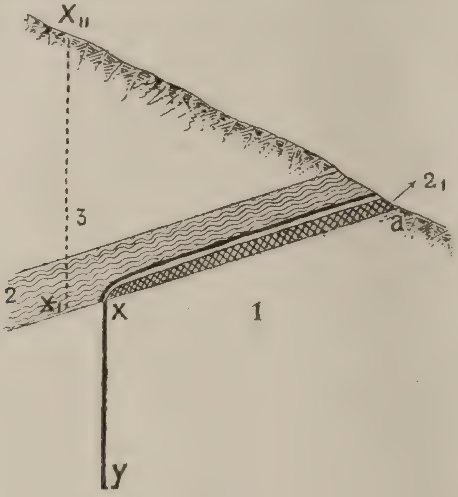


Fig. 3.

Gli idrocarburi stronzianiferi vennero qui a mescolarsi colle acque e formarono una corrente ascendente, lambente il letto del banco gessoso, la quale, per azione microbiolitica operò gradatamente la riduzione del gesso e depositò in basso i prodotti della riduzione stessa, e cioè solfo e calcare unitamente a stronziana ed a silice, lasciando sempre il tetto gessoso esposto all'azione riducente del liquido.

Perchè l'intensità delle emanazioni degli idrocarburi endogèni è variabile ad intermittenze, pare logico il supporre che nel periodo di maggiore quiete sia pressochè cessata la formazione di $H_2 S$ e quindi anche il deposito di solfo, mentre nello stesso periodo le acque calcarifere poterono depositare il calcare; per questo fatto il minerale in questi giacimenti deve presentare una struttura listata, con solfo e calcare separati e disposti a straterelli di solfo puro alternati con calcare impregnato di solfo o con calcare sterile.

Ricordo che la soriata nei giacimenti siciliani non ha quella regolarità che dovrebbe presentare un deposito formatosi entro un esteso bacino aperto perchè, come osservò l'ing. Gatto, soventi gli straterelli di ganga e di solfo puro si uniscono e si confondono, senza che lo strato solfifero abbia cambiato andamento e talvolta la struttura soriata rapidamente cessa per dare origine ad un miscuglio di solfo e ganga, oppure si ripiega in alto od in basso, in discordanza col piano di stratificazione. Altra volta si riconosce un pezzo di soriata in mezzo ad un miscuglio di minerale come continuazione di un altro pezzo situato a distanza.

Se si ammette, come già si disse, che la riduzione del gesso si sia effettuata non in un solo esteso bacino, ma in una serie di vuoti sotterranei contigui e comunicanti aventi però la stessa solida volta gessosa, si spiegherebbe questo modo di sedimentazione similare a depositi formati entro bacini aperti, presentante però le suaccennate discontinuità nella sua estensione.

La discordanza di parallelismo delle soriate con il giacimento solfifero dovette poi essere tanto più accentuata se i banchi di gesso erano molto inclinati, perchè in tal caso la stratificazione media delle soriate deve avvicinarsi all'orizzontale, anzichè disporsi parallelamente all'inclinazione del banco solfifero.

Questa alternanza di calcare e di solfo presentata dal minerale soriato venne da Mottura attribuita all'avvicendarsi delle stagioni, le quali dovettero influire sui depositi solfiferi se formatisi entro bacini aperti, e dal numero degli straterelli che egli contò in certi strati solfiferi, credette di poter desumere il numero degli anni occorsi per il loro deposito.

Nell'ipotesi che il minerale soriato si sia depositato entro una serie di vuoti sotterranei comunicanti, aventi un solido tetto gessoso e riempiti di un miscuglio di acqua e di idrocarburi, la struttura listata troverebbe, come si disse, una giustificazione nel succeders di intermittenti periodi di forti emanazioni di idrocarburi con altri di quiete durante i quali dovette depositarsi soltanto del calcare.

Il prof. Spezia partendo dall'ipotesi che il minerale solfifero siasi prodotto per sedimentazione entro bacini d'estuario, così spiegò la formazione del minerale soriato:

« La superficie dei bacini entro cui depositavasi il minerale listato, « dovette coprirsi di una crosta di carbonato di calcio dalla quale « si svilupparono cristalli che, prendendo nelle soluzioni continuo ali« mento, poterono assumere un certo volume, rimanendo orientati « come nelle soriate. I gas sviluppatisi dal bacino non poterono « liberamente espandersi nell'atmosfera, a causa della crosta calcarea « dovettero fermarsi al contatto di essa, costituendo delle bolle che « funzionarono da galleggiante. Ad un momento la crosta si ruppe e « si inclinò in modo da lasciare sfuggire le bolle e le croste caddero « al fondo del bacino, dove si era depositato il solfo puro unitamente » a sali di stronzio ».

Questa spiegazione presuppone una tranquillità assoluta e per lunga durata di tempo dello specchio d'acqua dei supposti bacini e quindi l'assenza di vento, il che pare poco probabile per bacini aperti.

Il minerale solfifero formatosi dovrebbe, secondo l'ipotesi da me formulata, avere una ricchezza di circa il 24 % se il gesso stato ridotto era puro e tutto il solfo si depose in sito; ma ciò non avvenne perchè una parte dell'H_2S si unì alla corrente di idrocarburi e potè depositare solfo più in alto, oppure riversarsi all'esterno. Una parte del calcare, a motivo del CO_2 formatosi talvolta colla riduzione del gesso, può essere stata sciolta ed asportata dalle acque all'esterno, diminuendo così la percentuale della ganga calcarea ossia arricchendo il minerale di solfo, assumendo perciò ricchezze variabili tanto in meno quanto in più del 24 %.

Può anche essere successo il caso che la corrente delle emanazioni ad un dato punto, trovandosi esaurita di idrocarburi contenesse però ancora del H_2S ed allora se essa penetrò fra litoclasi di roccie gessose od argillose si dovettero originare minerali a ganga gessosa o marnosa, generalmente molto ricchi di solfo perchè non frammisti col calcare. Nelle marne poco permeabili generalmente s'infiltrarono dei gas solfidrici, non disciolti nell'acqua, che produssero solfo amorfo.

Le emanazioni delle maccalube, portando ad intermittenza cogli idrocarburi anche dei fanghi, dovettero depositare delle argille (partimenti) che vennero a dividere il banco di minerale in più strati.

E' degno d'osservazione il fatto che queste lenti di argilla intercalate fra il minerale solfifero sono di natura detritica non altrimenti che il materiale fangoso degli attuali piccoli coni formati alla superficie delle maccalube e contengono delle argille bituminose con traccie di solfuro di ferro. L'ing. Gatto (1) ha riscontrato che nelle argille dei partimenti esistono non soltanto delle foraminifere, delle diatomee, ma anche delle piccole nummuliti; i quali fossili fornirono fallaci argomenti per attribuire ai giacimenti solfiferi un'origine sedimentaria.

Ricorderò che il carbonato di calcio ed il solfo prodotti dalla riduzione del solfato di calcio (avente circa il 20 % d'acqua di cristallizzazione) devono complessivamente assumere un volume minore di quello della massa gessosa stata ridotta e questa diminuzione di volume dà origine a vuoti (garbere) che si incontrano frequenti in tutti i giacimenti solfiferi.

In qualche caso non eccezionale può essere successo che si siano prodotti due piani di scorrimento nella massa gessosa e che la corrente delle emanazioni si sia biforcata, penetrando così anche fra i banchi di gesso soprastanti; in questo caso si saranno formate contemporaneamente due concentrazioni solfifere sovrapposte e parallele entro la stessa formazione gessosa.

Colla riduzione del gesso a partire dal letto di un banco gessoso, questo veniva decrescendo di potenza, mentre aumentava quella del banco di minerale che si formava in gran parte a spese del gesso ridotto e ciò fino alla completa riduzione dell'intero banco gessoso: ma dovette pure succedere in molti casi che successivi movimenti del terreno abbiano deviato la corrente delle emanazioni, allontanandola ed allora, cessando l'azione riducente, il banco di minerale non aumentò più di potenza e sul suo tetto venne ad appoggiarsi la parte soprastante del banco gessoso, presentando al contatto col banco solfifero una superficie irregolare. quale poteva essere quella del tetto dei vuoti lambiti ed erosi dalla corrente.

---

(1) Opera citata: *Accidentalità geologiche nei giacimenti solfiferi.*

E' degno di considerazione il seguente fatto. Gli idrocarburi hanno la proprietà, come si disse, di solfidratare il gesso e tanto più facilmente il solfo dei minerali, per cui se, appena formati i minerali, non vennero a trovarsi al riparo dell'azione degli idrocarburi, questi li spogliarono del loro solfo convertendoli in calcare. Nel caso in esame, in cui gli idrocarburi vennero a lambire il letto di un banco di gesso, il minerale solfifero, a misura che veniva depositandosi si trovava, perchè frammisto al calcare, al riparo della corrente degli idrocarburi, i quali dovevano tendere a portarsi sempre nelle parti più alte verso il tetto gessoso; il minerale perciò non venne spogliato del suo solfo e potè essere indefinitamente conservato; nel caso invece in cui sconvolgimenti del terreno deviarono il cammino delle emanazioni, se queste attraversarono la massa del minerale, lungo qualche frattura, spogliarono del loro solfo le pareti della frattura stessa, dando origine a striscie di calcare sterile che talora si incontrano intercalate fra i giacimenti solfiferi.

La formazione dei banchi solfiferi, quale venne ora interpretata, presuppone l'esistenza di vuoti fra il minerale solfifero già depositato ed il cielo gessoso, sufficientemente alti perchè la corrente degli idrocarburi lambisca soltanto il cielo dei vuoti stessi e non penetri fra il minerale sottostante; ora, perchè questa altezza era piccola al primo passaggio degli idrocarburi (esistendo allora soltanto degli interstizi fra il materiale smosso prodotto dallo scorrimento del banco gessoso) questi dovettero, dopo avere trasformato in minerale una prima zona del letto del banco gessoso, spogliare il minerale del suo solfo, perchè s'infiltrarono tra il minerale stesso, e quindi dare origine ad uno strato di calcare povero in solfo oppure affatto sterile; in seguito, aumentando l'altezza dei vuoti, potè effettuarsi il regolare deposito del banco solfifero.

In conseguenza parmi che lo strato di calcare sterile avente uno o due metri di potenza, il quale frequentemente trovasi alla base dei banchi solfiferi di Sicilia e Romagna (*Cagnino*) sia dovuto al fatto succitato e perciò non sia da confondere coi banchi di calcare concrezionato, generalmente molto potenti, i quali si trovano alla base della formazione gessosa.

L'ipotesi succitata parmi anche atta a spiegare perchè i banchi solfiferi siano tanto più potenti quanto più sono inclinati. Ed in fatto se l'inclinazione dei banchi di gesso era forte, i vuoti aperti dalle emanazioni si trovarono in migliori condizioni di stabilità per impedire franamenti che potevano deviare od interrompere l'azione delle correnti di idrocarburi. Oltre a ciò gli spostamenti e le faglie, che successivamente subirono i banchi di gesso, dovettero più facilmente interrompere la loro continuità e quindi il passaggio degli idrocarburi, quanto più i banchi si avvicinavano all'orizzontale.

Se gli idrocarburi vennero ad incontrare il letto di uno solo dei due rami di un banco di gesso formante una sinclinale, succederà che essi mineralizzeranno soltanto questo ramo, ossia si produrrà la dissimetria che si constata nei giacimenti solfiferi compresi fra banchi di gesso disposti ad U.

La fig. 3 dimostra come i giacimenti solfiferi siciliani debbano cessare bruscamente in profondità, contro una parete gessosa, nel punto in cui il banco gessoso lambito dagli idrocarburi venne incontrato dalla sottostante faglia petrolifera verticale.

Un analogo fenomeno si verificò nella miniera piritoso-cuprifera di Boccheggiano (1) nella quale si coltivò un filone di scorrimento, inclinato di 40° sull'orizzontale, situato entro una faglia compresa fra gli scisti permiani e quelli eocenici. Il filone si arrestò bruscamente in profondità all'incontro di esso col filone generatore, disposto verticalmente entro gli scisti permiani del letto. Oltre a ciò nei più profondi cantieri di questa miniera, col cessare del giacimento si ebbe un' irruzione di H_2S e CO_2 ed acqua calda.

Questo fatto giustificò la supposizione che dalla stessa frattura da cui si svolsero i gaz che invasero la miniera, abbiano avuto passaggio le emanazioni mineralizzanti che durante il Pliocene od il Postpliocene diedero origine a quel giacimento metallifero.

Ho ricordato questo fenomeno che si osservò a Boccheggiano, perchè esso porta ad ammettere la possibilità che, analogamente, in qualche solfara siciliana, arrivando coi lavori in profondità verso il termine del giacimento, si incontrino emanazioni di gas suscettibili di esplosione, ossia una maccaluba sotterranea.

---

(1) Toso. — Opera citata pag. 39. *Sulla formazione dei giacimenti metalliferi.*

Sono esempi di giacimenti solfiferi stati originati nel modo su descritto, quelli situati presso Caltanissetta nelle località dette Iuncio, Trabonella, Capodarso i cui affioramenti si trovano sopra un'estesa linea diretta Est-Ovest, lunga oltre 5 km., ed hanno una pendenza verso sud di 40° sull'orizzontale.

Questi tre giacimenti ricoperti da uno stesso banco di gesso, molto esteso ma separati da lunghi tratti sterili, diversificano l'uno dall'altro per natura e ricchezza di minerale come per estensione e potenza degli strati solfiferi.

E' a supporsi che gli idrocarburi i quali diedero origine a questi giacimenti siano pervenuti da tre centri principali di emanazioni, diversi per intensità, tutti però situati sopra una stessa frattura verticale, diretta Est-Ovest, avente 5 km. di lunghezza e che gli idrocarburi, nell'ultimo tratto del loro cammino ascendente, abbiano lasciato la verticale per seguire una faglia parallela alla stratificazione dei banchi di gesso prodottasi al loro letto.

Egli è nella solfara Iuncio Giordano che si osservò il fenomeno già accennato, ricordato dall'ing. Gatto, che cioè, in corrispondenza alla cessazione brusca dello strato solfifero, il minerale venne a penetrare entro il gesso del tetto. Gli idrocarburi, dopo di avere percorso per un tratto il letto del banco gessoso, incontrarono cioè una frattura verticale che li convogliò verso l'esterno.

Ricordo per ultimo che i giacimenti solfiferi prodotti entro faglie parallele alla stratificazione dei banchi di gesso non trovano analogie coi giacimenti petroliferi, perchè gli idrocarburi, penetrando entro banchi di calcare affioranti, non possono, come si dimostrò, dare origine ad adunamenti di petrolio.

X.

GIACIMENTI SOLFIFERI PRODOTTI DA FAGLIE PETROLIFERE TRASVERSALI A BANCHI DI GESSO AFFIORANTI ALLA SUPERFICIE.

Supponiano, come indica il seguente schizzo (fig. 4), che il banco di gesso 2 affiori e posi sui tripoli 1 e sia ricoperto dai trubi 3, ed XY rappresenti la frattura da cui provennero gli idrocarburi.

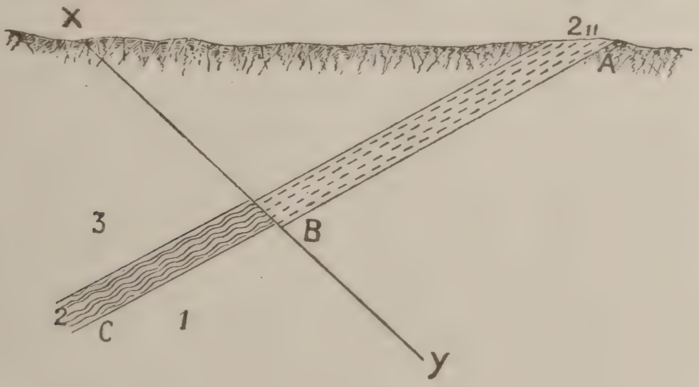


Fig. 4.

Nel caso in cui la frattura XY fosse pressochè verticale, le pareti di essa si troverebbero nelle migliori condizioni perchè non si producano franamenti e perciò in questo caso è più probabile che gli idrocarburi, anche se incontrassero un banco gessoso permeabile ed affiorante, non devierebbero dalla fagli averticale per penetrare fra i gessi e quindi non produrrebbero che un'esile concentrazione di minerale solfifero presso le pareti gessose della faglia. Se invece la frattura XY è obliqua alla verticale, può più facilmente verificarsi che, a motivo della pressione esercitata dal tetto sul letto della faglia, gli idrocarburi trovino più facile passaggio per portarsi allo esterno, percorrendo i meati del banco gessoso.

In questo caso tutto il tratto di banco gessoso B A verrà trasformato in minerale solfifero mentre il tratto B C resterà intatto.

Per le ragioni già addotte, se gli idrocarburi transiteranno per B A durante un lungo periodo di tempo, finiranno per solfidratare il minerale, da essi prodotto, spogliandolo del suo solfo e trasformandolo in calcare poroso (perciuliato) sterile o privo affatto di solfo, ma ricco di elementi stronzianiferi e di bitume e l'H_2S si riverserà nell'atmosfera.

Se la formazione gessosa A B C è, come succede il più delle volte, composta di più banchi di gesso alternati da strati di argille (tufi) in questi ultimi si potrà ancora trovare del solfo, perchè le argille, meglio che non il calcare poroso, proteggono il solfo dalla azione dissolvente della corrente degli idrocarburi.

Sono a mio parere esempi di giacimenti di calcare perciuliato poveri o privi affatto di solfo formati nel modo su descritto, i numerosi banchi di calcare che si estendono al Nord della linea principale delle miniere di solfo siciliane, nei dintorni di Nicosia, di Villadoro del Priolo, di Alimena, di S. Caterina, di Marianoli e di Mussomeli. In tutti questi banchi Mottura trovò che il bitume è in maggiore abbondanza che non nei banchi di minerale di solfo.

Il giacimento solfifero della solfara Virdilio è formato nella sua parte più alta da una massa di calcare perciuliato alternato da straterelli argillosi alquanto solfiferi, il quale si ritiene prodotto dallo sterilimento della parte più alta di questo giacimento; ma di esso, che tanto diversifica da tutti gli altri giacimenti coltivati in Sicilia, si farà più avanti un particolare cenno.

XI.

GIACIMENTI SOLFIFERI PRODOTTI DALLA RIDUZIONE DI BANCHI DI GESSO NON AFFIORANTI ALLA SUPERFICIE, DISPOSTI A PIEGHE.

Abbiamo visto in quali condizioni nei banchi di calcare non affioranti disposti a pieghe si formino adunamenti di petrolio, se attraversati da faglie petrolifere; nel caso in cui invece di calcare si avessero banchi permeabili di gesso, gli idrocarburi liquidi e gassosi penetrando in essi, non resterebbero inerti ma, a misura che andrebbero adunandosi, ridurrebbero il gesso producendo dei giacimenti solfiferi analoghi ai giacimenti di petrolio, limitati cioè alle cupole anticlinali ed in uno solo dei loro due rami.

Naturalmente gli idrocarburi avranno agito nella parte più alta del banco gessoso inclinato tagliato dalla faglia petrolifera, mentre inferiormente a questa il gesso non venne metamorfosato.

Nei giacimenti solfiferi così formati si verifica spesso che nelle zone più alte il minerale è dotato di grande ricchezza e talvolta è quasi privo di ganga calcarea, mentre in profondita la ricchezza diminuisce ed il minerale diviene quasi sterile. Tale disposizione della ricchezza del minerale trova una spiegazione ricordando che gli idrocarburi, nel sollevarsi attraverso una massa gessosa non affiorante, riducono il gesso gradatamente a partire dal basso verso l'alto ed in seguito venendo ad infiltrarsi fra il minerale solfifero, antecedentemente da loro stessi prodotto, lo solfidratano a partire dal basso e l'H_2 S formatosi viene a depositare solfo verso l'alto, per cui il minerale nelle parti più alte si arricchisce a spese del minerale posto più in basso.

Oltre di ciò se gli idrocarburi erano molto carburati produssero, nel ridurre il gesso, del CO_2 il quale, soggiornando nelle parti più elevate, dovette sciogliere parte della ganga calcarea che venne asportata dalle acque, se dall'alto esse potevano qui infiltrarsi. L'eliminazione della ganga calcarea, mentre lasciò dello spazio per poter dar posto al solfo depositato dall'H_2 S, portò ad elevato titolo il minerale delle parti più alte delle cupole.

Questi giacimenti hanno perciò le due seguenti caratteristiche:

1° Non affiorano alla superficie e poggiano sul gesso cristallino.

2° Il minerale è maggiormente ricco verso l'alto ed in alcuni casi si formano nelle zone più elevate minerali di solfo quasi puro.

I giacimenti solfiferi di questo tipo sono i meno noti perchè, non affiorando alla superficie, soltanto alcuni di essi poterono essere casualmente scoperti in lavori sotterranei, oppure per l'erosione del terreno che li copriva. Citerò qui alcuni esempi:

a) *Giacimento coltivato dalla solfara Montagna.* (*Sommatino*). — Di questo giacimento Baldacci così scrive: « Alla solfara Montagna

« si ha una bellissima anticlinale in mezzo alla quale affiorano i tri-« poli. Da un lato vi è uno strato solfifero posato sul calcare con-« crezionato ed è coperto dai trubi, dall'altro lo strato esiste ma po-« verissimo, esso è coperto dai gessi fogliettati ai quali succedono « banchi di gesso cristallino ». — In altre parole, in un ramo di questa anticlinale tutto il banco gessoso venne trasformato in minerale, nell'altro ramo l'azione degli idrocarburi fu invece quasi nulla. La analogia di questo giacimento con quelli petroliferi risulta perfetta.

b) *Ammasso solfifero coltivato nelle miniere Gibisa-Ciaulotta.* (*Girgenti*). — Fra i giacimenti solfiferi non affioranti deve pure annoverarsi questo grande ammasso stato descritto dall'ing. Gatto (1).

La formazione gessosa in quella regione presenta al muro affioramenti di strati solfiferi diretti Est-Ovest, aventi una forte pendenza a Sud. Oltre a questi strati esistono anche degli ammassi solfiferi lenticolari di cui uno, dotato di grandi dimensioni, venne casualmente incontrato in profondità con una galleria a qualche centinaio di metri a Sud dagli affioramenti degli strati solfiferi.

Questo ammasso non affiora ed il suo punto più culminante trovasi profondo 25 metri dalla superficie. Esso misurava, in alto, poche decine di metri ed alla profondità di 129 metri venne ora riconosciuto per un'estensione di 300 metri in direzione, con una potenza media di 80 m.

L'ammasso solfifero è coperto dalle marne del tetto e si adagia sopra i gessi. Il contatto fra il minerale ed i gessi forma un piano leggermente inclinato verso Sud. E' da notare la presenza di una lente argillosa, disposta anch'essa pressochè verticalmente, la quale separa l'ammasso in due parti dotate di qualità diverse di minerale.

A giudicare da questi dati parmi che questo giacimento si possa considerare come formato dalla riduzione in minerale di un lembo staccato dalla massa gessosa diretta Est-Ovest, il quale assunse una direzione N.O.-S.E. Una faglia petrolifera poco inclinata sull'orizzontale dovette tagliare in basso questo lembo che si innoltra fra le marne plioceniche; gli idrocarburi percorrenti la faglia ridussero tutto il gesso soprastante alla faglia stessa, lasciando intatta la parte inferiore. Questo lembo della massa gessosa trasformato in minerale doveva essere intercalato da una lente argillosa, ossia composto di due banchi aventi diverse qualità di gesso, le quali influirono a produrre differenti qualità di minerale solfifero.

---

(1) Rivista del servizio minerario nel 1913, pag. 44. — Roma, 1915.

c) *Giacimento della solfara Virdilio* (*Naro*). — In questa solfara ora esaurita, si coltivò un giacimento descritto con molti interessanti particolari dal direttore sig. E. Cimino (1). Esso può essere schematicamente rappresentato dal seguente schizzo, indicante una sezione verticale (fig. 5).

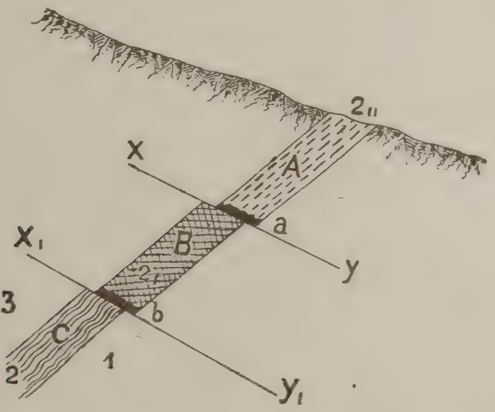


Fig. 5. — 1 calcare concrezionato; 2 gesso; $2_{,}$ minerale solfifero; $2_{,,}$ calcare poroso (perciuliato); 3 marne plioceniche.

Il minerale solfifero era compreso fra il calcare concrezionato ed i trubi e formava una lente avente in direzione circa 500 metri, con una potenza media di 15 metri ed un' inclinazione di circa 25° sull'orizzonte.

Comprendeva tre orizzonti ben distinti; il superiore (A) era formato da un calcare poroso detto localmente calcinarello, intercalato da straterelli di elementi argillosi fogliettati. L'analisi dimostrò che questo calcare comprendeva il 68 % di carbonato di calcio, il 25 % di solfato di stronzio ed il 4,36 % di ossido di calcio.

---

(1) *Lavorazione razionale delle solfare Virdilio e Mintinella.* Palermo, 1912.

La parte mediana (B) rappresenta il giacimento solfifero che aveva in alto, per un'altezza di 4 metri, minerali aventi circa il 90 % di solfo molto friabile, attraversati da un reticolato di sottili vene di calcite. Sotto questa massa di solfo quasi puro, il minerale andava gradatamente diminuendo di ricchezza, tanto che in basso non aveva che il 10 % di solfo ed in alcuni punti era completamente sterile. Il minerale si presentava, come il calcinarello, intercalato di straterelli di marne alquanto mineralizzate.

Inferiormente al giacimento si trovava la zona (C) formata di gesso cristallino privo affatto di solfo.

Sono da ricordare i due seguenti particolari: la zona (A) di calcinarello era separata da quella (B) da un deposito irregolare di elementi argillosi bituminosi aventi, come dice il sig. Cimino, tutti i caratteri di un materiale di trasporto. Questo deposito indicato con (a) era pressochè orizzontale ed aveva uno spessore che variava da pochi centimetri a metri 1,60.

Al contatto poi del giacimento solfifero (B) coi gessi sottostanti si aveva un altro irregolare deposito (*b*), detto in miniera il *sottostrato*, avente circa 3 metri di altezza; esso era formato da blocchi di minerale e di gesso separati da vuoti dove pure si trovava del solfo puro concrezionato ed elementi argillosi.

Il modo di formazione di questo giacimento, che ha un andamento diverso da tutti gli altri coltivati in Sicilia, parmi si possa così spiegare.

Emanazioni di idrocarburi dovettero primieramente attraversare il banco gessoso lungo una faglia XY pressochè orizzontale, passante per il deposito irregolare (a) formato, come si disse, da argilla detritica rimaneggiata, la quale deve essere stata prodotta nello scorrimento della faglia attraversante la massa gessosa alternata da straterelli di argilla. Gli idrocarburi, penetrando entro la zona (A), nel portarsi all'esterno la ridussero dapprima in minerale solfifero indi in calcare stronzianifero perciuliato.

Il sig. Cimino suppone che l'isterilimento della zona (A) sia dovuto all'azione solvente dell'acqua piovana che qui si infiltrò ed asportò il solfo. La presenza di una grande quantità di ossido di calcio tra questi calcari viene a comprovare che furono gli idrocarburi i solventi del minerale.

Dopo la formazione della zona calcarea (A), in un secondo periodo di tempo si dovette produrre, in seguito a successive dislocazioni, una seconda faglia X_1 Y_1 più profonda e quasi parallela alla prima, passante per il sottostrato (*b*). Gli idrocarburi da questa faglia penetrarono entro la massa gessosa (B) la quale, per essere chiusa, non affiorante e ricoperta dal deposito argilloso (a), venne convertita in un giacimento solfifero avente i caratteri dei giacimenti a cupola, ricchi in alto e poveri in basso ed adagiati sul gesso.

Il sottostrato (*b*) è una prova che in esso si effettuò una faglia petrolifera che frantumò il banco gessoso, producendo blocchi di gesso che vennero in parte ridotti in minerale con formazione di solfo puro frammisto ad argille degli strati intercalati col gesso.

La grande ricchezza dei minerali nella zona più alta del giacimento deve ripetersi, come sopra si disse, dall'eliminazione della ganga calcarea stata disciolta dal CO_2 ed asportata dalle acque calcarifere, potendosi qui infiltrare delle acque superficiali attraverso il deposito detritico argilloso (a).

XII.

GIACIMENTI SOLFIFERI PRODOTTI DA FAGLIE PETROLIFERE CHE ATTRAVERSARONO BANCHI DI GESSO DISPOSTI ORIZZONTALMENTE.

Quando una faglia petrolifera viene a tagliare banchi di gesso disposti pressochè orizzontalmente, gli idrocarburi non possono produrre che la riduzione delle pareti gessose e per un breve tratto e ciò per le ragioni già esposte che gli idrocarburi non possono dare origine ad adunamenti di petrolio nei banchi di calcare, se questi non sono a pieghe accentuate.

La solfara Perticara (Pesaro, Forlì) offre un esempio di coltivazione di tali concentrazioni solfifere comprese in banchi orizzontali di gesso. La stessa solfara contemporaneamente coltivò pure uno strato solfifero che suppongo prodotto entro una faglia parallela alla stratificazione dei banchi di gesso disposti orizzontalmente. Credo pregio dell'opera riassumere qui la descrizione che l'ing. Niccoli (1) fece di questi due diversi tipi di giacimenti coltivati in una stessa solfara.

Il giacimento di Perticara è costituito da due giacimenti solfiferi: quello detto dello strato regolare e quello delle lenti, come indica lo schizzo (fig. 6).

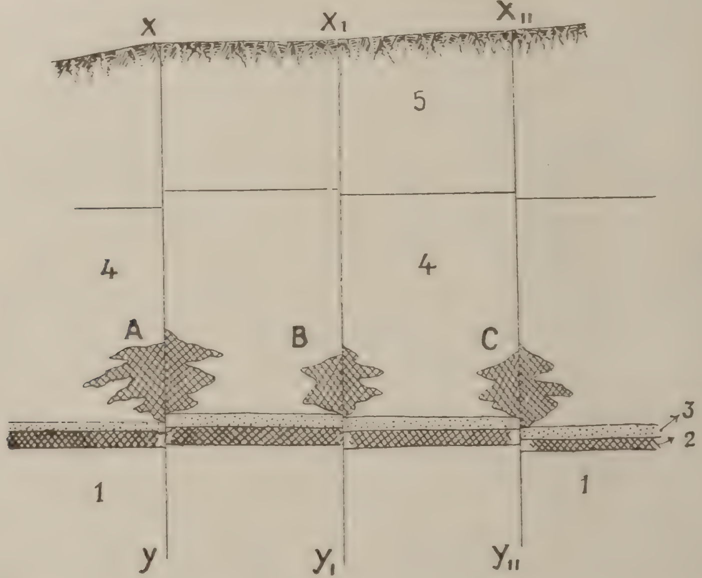


Fig. 6. — 1 marne con tripoli; 2 strato solfifero regolare; 3 marne; 4 gesso; 5 argilla con lenti di gesso. *A. B. C.* Serie di lenti solfifere racchiuse nelle faglie XY, $X_{,}Y_{,}$, $X_{,,}Y_{,,}$

Lo strato regolare *2* ha una potenza di 2–4 metri, è disposto orizzontalmente ed è seguìto in basso da un calcare cagnino che è pure non di rado solfifero, ed è ricoperto di uno strato *3* di 4 m. di argilla. Esso presenta un'alternanza di zone o striscie ricche dirette Est-Ovest, con larghezze variabili ma prossime agli 80 metri; le quali si dilungano indefinitamente nel piano orizzontale dello strato regolare, alternate con zone parallele sterili gessose.

---

(1) *Studio delle condizioni di sicurezza delle miniere e delle cave in Italia.* Roma, 1904. — *Cenni descrittivi dei principali giacimenti italiani.* Roma, 1900.

Al disopra dello strato solfifero, e di quello di argilla che lo ricopre, sta la formazione gessosa che comprende inferiormente un grosso banco di gesso cristallino di 100 m. di potenza segnato col numero 4. Esso si presenta tagliato da diverse fratture verticali, tutte dirette N. S., nelle quali si trovò, sopra una lunghezza di circa 400 m. fin qui indagata, una serie di lenti solfifere A, B, C la cui potenza massima fu di 30 m. Il minerale dello strato differisce da quello delle lenti; il primo ha un colore bruno, mentre il secondo è di colore giallo chiaro.

L'ing. Cavalletti rilevò in questa solfara che in corrispondenza alle diverse fratture o faglie del grosso banco gessoso, entro cui stanno le lenti, il sottostante strato solfifero presenta pure dei rigetti, presso i quali il minerale dello strato, per un piccolo tratto, è marcatamente isterilito.

Questo fatto fa ritenere che la formazione delle lenti solfifere sia avvenuta posteriormente a quella dello strato regolare, ed infatto, gli idrocarburi che diedero origine alle lenti dovettero avere traversato le fratture dello strato solfifero già formato, perchè ne isterilirono le pareti da essi lambite.

Lo strato solfifero poi parmi che sia prodotto dalla riduzione di uno strato gessoso 2 per effetto di idrocarburi, provenienti da fratture verticali dirette Nord-Sud, i quali incontrarono una faglia parallela alla stratificazione dello strato di gesso posta inferiormente ad esso.

Le emanazioni di idrocarburi scorrendo inferiormente allo strato gessoso dovettero formare diverse correnti separate che, nel portarsi all'esterno, presero tutte una stessa direzione Est-Ovest e quindi diedero origine ad altrettante zone o striscie parallele orizzontali di minerale alternate con zone sterili (1).

Riesce facile spiegare l'origine delle lenti solfifere. In ogni singola frattura verticale Nord-Sud che tagliò il banco gessoso, gli idrocarburi nel sollevarsi verso l'esterno ridussero i gessi da essi lambiti ed originarono una serie di lenti solfifere aventi maggiori o minori dimensioni a seconda della intensità della corrente e della permeabilità delle roccie nei diversi punti. Gli idrocarburi però non dovettero infiltrarsi nella massa gessosa che per brevi tratti, ossia soltanto per diffusione perchè, come già si disse, la poca inclinazione del banco gessoso e la verticalità delle fratture non permisero che gli idrocarburi penetrassero per tutto il banco gessoso.

---

(1) Nei filoni metalliferi si presenta un analogo fatto e cioè si hanno zone ricche di minerale alternate con zone sterili parallele; nei filoni perchè verticali le zone hanno la forma di colonne che si allungano nel senso mineralizzate della profondità.

XIII.

Giacimenti solfiferi del Texas e della Louisiana.

Di questi giacimenti abbiamo gli studi del Baldacci e delle notizie raccolte dal prof. Zambonini (1) (2). Da essi si desume che nella pianura costiera della Louisiana e del Texas, la quale si eleva di pochi metri sul mare del Golfo del Messico, s'incontrano delle piccole elevazioni di terreno, le quali generalmente non sorpassano i 10 metri d'altezza, chiamate cupole saline, perchè da esse emanansi delle acque salate unitamente ad idrocarburi gassosi e liquidi.

Queste cupole vennero indagate con perforazioni per la ricerca del petrolio; e risultò che il terreno è formato, a partire dall'alto, da argille, breccie e sabbie acquifere le quali sovrastano a banchi, attribuiti all'epoca miocenica, composti da calcare cristallino ed inferiormente da minerali solfiferi a ganga calcarea e gessosa, i quali ricoprono il gesso compatto, ed infine da salgemma.

Questi banchi di calcare e di gesso non sono sempre pianeggianti. ma disposti a pieghe, formando delle cupole nei punti attraversati da emanazioni di idrocarburi.

La potenza di queste diverse formazioni è variabile; in alcune regioni i terreni non consolidati, o di copertura, raggiungono la potenza di 300 metri, mentre in altre regioni i banchi di calcare, ad essi sottostanti vengono ad affiorare e danno luogo a cave di calcare coltivate a giorno.

---

(1) Baldacci. — *Il giacimento solfifero della Louisiana.* 1906, Roma.

(2) Zambonini. — *Cenni sulle cupole solfifere della Coastal Plain.* (Rassegna mimeraria, 1914).

La formazione calcareo-gessoso-solfifera supera talvolta la potenza di m. 300. Queste cupole saline sono disposte secondo linee regolari e si ritiene che corrispondano a faglie di cui, secondo il prof. Zambonini, si hanno segni riconoscibili alla superficie. Egli poi ricorda che Hager suppone che la formazione di queste cupole sia dovuta a laccoliti di roccie eruttive, mentre altri ammettono che il salgemma, cristallizzando da soluzioni acquose per diminuzione di temperatura, abbia dato luogo alla formazione di cristalli i quali col loro accrescimento hanno costretto gli strati soprastanti ad inalzarsi alquanto, originando così una cupola in ciascun luogo in cui avveniva la cristallizzazione.

Nelle cupole della Coastal Plain si incontrò colle trivellazioni del petrolio e del solfo e spesso delle grandi quantità di H_2S, ma più frequentemente dominano gli idrocarburi. Fra le roccie incontrate si trovarono traccie di pirite, baritina, galena e blenda. Il petrolio si rinviene specialmente in alto fra i calcari, ma, salvo poche eccezioni, mai in quantità sufficienti per formarne oggetto di coltivazione. Il solfo è frequente e trovasi al disotto della formazione petrolifera, fra i calcari cavernosi. Occasionalmente si è notata la presenza del solfo anche nelle arenarie acquifere soprastanti ai calcari.

Il prof. Zambonini ritiene probabile che il solfo che accompagna il petrolio, sotto forma di piccoli cristalli, debba la sua origine ad una parziale decomposizione dei composti solforati contenuti nel petrolio, il quale ha spesso un tenore in solfo superiore al 2 %; il solfo invece che si rinviene nei calcari e nei gessi è da lui ritenuto di origine termale, senza però spiegare in che modo tale supposta termalità possa avere portato il solfo fra i calcari ed i gessi. Egli, dopo avere accennato quali furono i risultati ottenuti colle perforazioni di molte cupole del Texas e della Louisiana, ritiene che in nessuna di esse il solfo sia suscettibile di una importante estrazione e non sia probabile che alcuna di queste cupole possa paragonarsi a quella della Sulphur. Recentemente però un potente Sindacato americano ha eseguito grandi ricerche ed iniziato l'estrazione del solfo da una di queste cupole del Texas detta:

Bryan Heigts. — Dalle informazioni raccolte dallo stesso professore parrebbe che siano esagerate le notizie sparse sull'importanza di questo giacimento, a cui venne attribuita l'esistenza di non meno di 17 milioni di tonn. di solfo. V'ha chi afferma invece che questo giacimento dia poco affidamento per una importante produzione, perchè le perforazioni dimostrarono una grande irregolarità del giacimento solfifero, variando bruscamente di natura le roccie e di ricchezza i minerali che lo compongono; oltre a ciò entro la formazione solfifera si rinvennero di frequente delle arenarie e delle sabbie qui discese attraverso fratture del calcare e del gesso; la potenza del minerale poi, molto variabile, non raggiunge i 20 metri e la ricchezza dei minerali varia fra 10-50 % di solfo.

E' degno di essere menzionato il seguente fenomeno che, a mio parere, è molto importante per caratterizzare la natura di questo giacimento. Nelle trivellazioni fatte in questa cupola si incontrarono grandi quantità di H_2S fortemente compresso e correnti d'acqua sotterranee che travolsero i pozzi e vennero a raffreddare l'acqua sovrariscaldata, inviata entro il giacimento per ottenere la fusione del solfo, secondo il metodo Frasch, il che finora forma un grave ostacolo per una regolare e proficua estrazione di solfo.

Giacimento coltivato dalla « Sulphur » nella Louisiana. — Questo giacimento che diversifica da tutti gli altri fin qui indagati nel Texas venne illustrato dal Baldacci e dal suo studio rilevansi i seguenti dati. Esso presenta una grande regolarità della potenza in tutti i suoi punti. Le perforazioni segnalarono che il banco di calcare cristallino che ricopre il giacimento solfifero, ha una potenza costante di circa 30 metri. Tale costanza nella potenza fa ritenere che questo banco di calcare sia originario, ossia non rappresenti un banco di minerale solfifero spogliato del suo solfo; per cui la formazione calcareo-gessosa-solfifera della « Sulphur » differirebbe da quella della Sicilia per avere un' assise calcarea posta in alto, mentre in Sicilia questa è sottostante ai gessi.

Sopra il banco di calcare stanno le sabbie acquifere ricoperte da argilla le quali complessivamente hanno un'altezza di 150 metri, misurata sopra il punto più culminante della cupola, mentre, dove il banco calcareo solfifero si approfonda, le perforazioni incontrarono 200 metri di terreno argilloso sabbioso di copertura. Si ha perciò qui una piega abbastanza accentuata dei banchi calcareo gessosi.

Il giacimento solfifero sottostante ai calcari ha una potenza media di circa 70 metri, come indica la seguente sezione pubblicata da Baldacci e cioè:

1. Argille azzurre con banchi di sabbia .	metri	48
2. Sabbie acquifere mobili	»	52
3. Argille saponacee	»	3
4. Calcare grigio fessurato	»	12
5. Calcare grigio.	»	18
6. Solfo puro cristallino	»	30
7. Gesso e calcare con solfo	»	41
8. Solfo.	»	3
9. Gesso azzurrognolo	»	160
	Totale metri	367

Nel sotterraneo non si rinvennero alla « Sulphur » correnti d'acqua che ostacolassero l'azione dell'acqua soprariscaldata in esso iniettata; oltre a ciò è da notare che mentre in tutte le altre cupole saline della regione si osserva alla superficie una piccola elevazione del terreno analoga a quella dei coni dei vulcani di fango, alla « Sulphur » invece la superficie del terreno presenta una depressione paludosa, per cui se anche la « Sulphur » ebbe il nome di cupola, ciò dipende dalla disposizione presentata dalla formazione calcareo gessosa solfifera e non dalla elevazione superficiale del terreno.

Sull'origine di questi giacimenti. — Il prof. Zambonini ricorda che Pough, nel discorso da lui pronunziato, in occasione del conferimento della medaglia Perkin al signor Frasch, definì la formazione del giacimento della « Sulphur » come un deposito formatosi nel cono di un gran geyser.

Dai dati sopra compendiati forniti da Baldacci e Zambonini parmi risultino soltanto due le ipotesi ammissibili sulla genesi dei giacimenti succitati e cioè:

1° Che emanazioni geyseriane aventi H_2S e CO_2 sieno venute, come ammette Pough, ad infiltrarsi fra la formazione calcareo-gessosa ed abbiano dato origine a concentrazioni di solfo, come a Thermopolis, e che il CO_2 abbia potuto sciogliere ed asportare una parte del calcare, per cui il solfo non venne soltanto a formare delle vene nelle fratture ed a imbevere le roccie porose, ma formò ricchi depositi di minerale quasi puro.

2° Che emanazioni di idrocarburi tuttora attive, penetrando attraverso faglie, nella formazione calcareo-gessosa disposta a pieghe, abbiano prodotto adunamenti di petrolio nei banchi di calcare ed abbiano invece trasformato in minerale solfifero le zone gessose più alte, tagliate dalle faglie petrolifere.

La prima ipotesi parmi poco attendibile, perchè se fossero state le emanazioni di H_2S che, penetrando nella massa calcareo-gessosa, formarono, come indica la sezione succitata, 30 metri di solfo puro e 41 metri di minerale solfifero, esse avrebbero dovuto penetrare anche nel banco soprastante di calcare grigio avente 30 metri di potenza ed arricchirlo in solfo, tanto più che questo calcare viene definito come fessurato. Invece il calcare grigio è la sede quasi esclusiva del poco petrolio che qui si rinvenne.

Adottando invece la seconda ipotesi si ha una plausibile spiegazione sia degli adunamenti di petrolio nel soprastante banco di calcare, sia del minerale solfifero a ganga calcareo-gessosa situato sotto il calcare stesso, come pure si spiega la presenza di H_2S dovuto alla solfidratazione del gesso e del minerale di solfo.

Questi giacimenti solfiferi perchè si rinvengono, come quelli di Sicilia, nella formazione calcareo-gessosa miocenica ed in regioni dove tuttora si sviluppano idrocarburi, parmi debbano avere la stessa origine dei giacimenti siciliani e la differenza che presentano i diversi giacimenti della Louisiana e del Texas dipenda, esclusivamente, come già si disse per quelli della Sicilia, dalla disposizione più o meno obliqua alla verticale delle fratture petrolifere, e da quella dei banchi di gesso ed infine a seconda che questi affiorano o no alla superficie.

In conseguenza i giacimenti solfiferi del Texas e della Louisiana non affiorando alla superficie devono presentare analogie soltanto con i pochi giacimenti Siciliani non affioranti fin qui stati scoperti.

Il giacimento della Bryan Heights e tutti gli altri della stessa natura, riconosciuti irregolari e poco estesi e perciò non economicamente coltivabili, parmi rappresentino i depositi solfiferi prodotti lungo fratture verticali che attraversarono potenti banchi gessosi disposti pressochè orizzontalmente. Le emanazioni di idrocarburi, che percorsero tali fratture, non avendo potuto penetrare nel banco gessoso che per piccoli tratti, dovettero mineralizzare irregolarmente soltanto le pareti, gessose. Questi giacimenti hanno perciò una perfetta analogia e quindi la stessa origine delle lenti solfifere della solfara Perticara. In queste fratture verticali poi, essendo esse ancora attualmente percorse da idrocarburi. deve formarsi tuttora anche del H_2S prodotto dalla solfidratazione del gesso e del minerale solfifero: questi gas, emulsionando le acque, devono dare origine ad una corrente ascendente entro le fratture verticali, la quale provoca delle correnti sotterranee in diverse direzioni ed asporta all'esterno colle acque del materiale fangoso.

Il giacimento della « Sulphur » invece presenta analogie con quello della solfara Virdilio e perciò analogo deve essere pure stato il loro modo di formazione. Anche qui gli idrocarburi dovettero percorrere una faglia pressochè orizzontale che tagliò la massa gessosa disposta a cupola e ridussero in materiale solfifero tutta la parte della massa gessosa posta superiormente alla faglia, mentre la parte inferiore rimase inalterata.

L'analogia del giacimento della « Sulphur » con quello della solfara Virdilio è dimostrata, non soltanto dalla stessa ricchezza del minerale e dal fatto che tutti e due i giacimenti posano sul gesso cristallino, ma anche dal seguente caratteristico fatto. A Virdilio sotto il giacimento esiste, come si disse, il così detto sotto strato di circa 3 metri di altezza, esteso per 500 metri in direzione, formato da una zona contenente minerale solfifero ed anche solfo puro, zona da me interpretata come il risultato di una faglia petrolifera pressochè orizzontale la quale generò quel giacimento; ora anche alla Sulphur, come indica la sezione succitata, al numero 8, troviamo che, nella parte più bassa del giacimento, esiste una zona, di 3 metri d'altezza, di solfo puro che poggia direttamente sopra la massa di gesso cristallino.

Un altro fatto viene a confermare che il solfo formatosi in questo giacimento sia dovuto alla riduzione del gesso anzichè ad emanazioni di H_2S. Alla «Sulphur» trovasi alla superficie una depressione del terreno mentre che negli altri giacimenti del Texas s'incontra, come si disse, un'elevazione. Questa depressione deve essere attribuita al fatto che nella trasformazione del gesso in minerale solfifero dovette prodursi una rilevante diminuzione di volume e conseguentemente un approfondamento del terreno, mentre nelle altre cupole, dove la mineralizzazione si dispose soltanto presso le pareti di faglie verticali, non può essere stata prodotta una simile depressione.

La piccola quantità di petrolio, che generalmente si incontra nel calcare soprastante alla massa gessosa, fa supporre che se in esso non si rinvengono importanti adunamenti di petrolio, ciò debbasi alla massa sabbiosa acquifera che ricopre il calcare, la quale permise la dispersione di gran parte del petrolio; per cui è a supporre che se alla Sulphur il banco di calcare fosse stato ricoperto da argille impermeabili si sarebbe qui formato anche un potente giacimento di petrolio.

Se la genesi dei giacimenti solfiferi siciliani e della Louisiana da da me formulata sarà confermata da ulteriori osservazioni e studi, si avranno argomenti per chiarire la questione dell'avvenire dell'industria solfifera siciliana e di quella della Louisiana.

XIV.

Giacimenti solfiferi filoniani del Messico.

Sono annoverati fra i giacimenti solfiferi manifestamente filoniani quelli coltivati nel Messico e di essi credo opportuno fare un cenno, allo scopo di mettere in rilievo il diverso modo di formazione di questi filoni solfiferi, dovuti ad emanazioni endogene di H_2S, da quelli siciliani e della Louisiana originati, come si disse, da H_2S prodotto dalla solfidratazione dei gessi.

Nella regione compresa fra San Pedro della Colonia, Mapini e Coneios, nella Sierra Banderas, si rinvengono numerosi e molto irregolari giacimenti di solfo, stati descritti da E. Böse (1). Essi si presentano sotto forma di filoni, di vene, di tasche compresi fra banchi di calcare a rudiste del Cretaceo. Superiormente a questi calcari, in alcuni punti, stanno degli scisti argillosi e calcarei intercalati da sottili strati di gesso.

Dove questi giacimenti assumono la forma di filoni, essi hanno la disposizione presentata dal seguente schizzo (fig. 7).

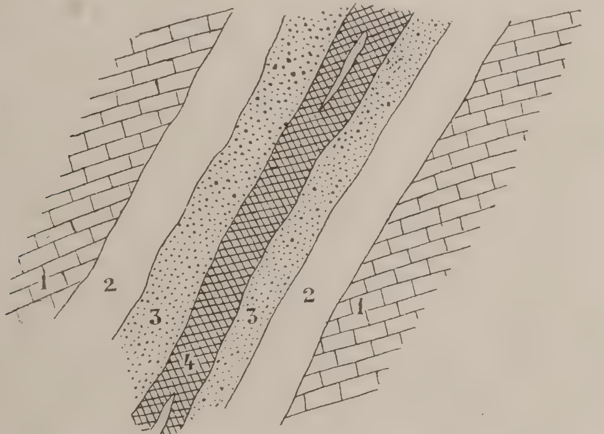


Fig. 7. — 1 calcare cretacico; 2 gesso; 3 quarzo, gesso e solfo; 4 solfo puro.

Le pareti laterali delle fratture verticali calcaree, entro cui sono compresi i filoni, sono ricoperte da gesso cristallino *2* avente una potenza variabile; al gesso segue, procedendo verso il centro del filone, della silice biancastra, pulverulenta, mescolata al gesso *3*, la quale viene gradatamente più povera in gesso e ricca in solfo (20-40 %), progredendo verso la parte mediana del filone, nella quale si ha solfo quasi puro *4*, contenente cioè soltanto il ½ % di impurità.

Il solfo è cristallino; si incontrano bei cristalli di solfo nei vuoti compresi fra le diverse concentrazioni solfifere.

---

(1) E. Böse. — *Excursions aux mines de soufre de la Sierra de Banderas.* Guida al Congresso geologico. — Messico, 1906.

Quando i filoni assumono un ingrossamento, allora fra il solfo si incontrano delle lenti di gesso.

Böse spiegò l'origine di questi filoni nel seguente modo.

Il materiale filoniano fu prodotto da sorgenti solfidriche. L' H_2S nelle zone più alte dei filoni si ossidò producendo acqua e solfo il quale allo stato nascente, si trasformò in SO_2 che, in presenza dell'acqua formò dell'acido solforico. Questo reagì sul calcare delle pareti e diede origine a gesso e CO_2. La silice del minerale proviene dalla silice contenuta nel calcare a rudiste, la quale potè essere disciolta dalle soluzioni solforiche.

Nell'ultimo periodo l'H_2S circolando nella frattura, divenuta ristretta per il deposito del gesso e della silice, scarseggiando qui l'aria, non produsse più SO_2, ma soltanto del solfo.

Non è dubbio che questi giacimenti debbano la loro origine ad emanazioni endogene di H_2S; parmi però non accettabile la spiegazione data dal Böse che l'H_2S produsse dell'acido solforico, quando la frattura presentava maggiore ampiezza, ed invece si depositò solfo nella parte mediana del filone, perchè l'apertura della frattura filoniana divenne più angusta e scarseggiò in conseguenza l'aria.

Riesce più plausibile la spiegazione dei fenomeni presentati da questi filoni, ammettendo che il gesso siasi formato per l'azione di Tiobatteri. Questi, in soluzioni solfidriche contenenti del carbonato di calcio disciolto, fornito dalle pareti filoniane calcaree, produssero dei gessi: ma quando le pareti stesse vennero gradatamente tappezzate da incrostazioni gessose, allora nelle acque solfidriche, perchè non più in contatto coi calcari, vennero a mancare i carbonati necessari alla vita dei Tiobatteri e questi soccombettero e colla loro scomparsa cessò il deposito del gesso, per effettuarsi soltanto *più* quello della silice e del solfo puro.

Credo inutile ripetere qui che i giacimenti solfiferi dovuti ad emanazioni endogene di H_2S non possono essere sedimentari, ma esclusivamente filoniani; noterò però che essi devono presentare piccole potenze epperciò sono di poca importanza mineraria. Ed infatto se le soluzioni solfidriche percorsero fratture verticali, queste poterono essere allargate per effetto di corrosioni dovute a reazioni chimiche subite dalle pareti filoniane, soltanto nel caso di fratture attraversanti banchi calcarei; ma in questo caso le pareti stesse, come si verificò nei filoni solfiferi suddetti, vennero tappezzate da depositi di gesso, i quali protessero il calcare da ulteriori corrosioni; in conseguenza il solfo prodotto per ossidazione dell' $H_2 S$ non può in ogni caso riempire che anguste fratture filoniane e dare origine ad esili giacimenti.

Quando invece le emanazioni solfidriche percorrono fratture più prossime all'orizzontale che alla verticale, se la parete del tetto della frattura è calcarea, essa trovasi sempre esposta all'azione delle correnti solfidriche, e, perchè il gesso si deposita sul muro, può essere indefinitamente corrosa, ma con ciò producendosi nelle acque solfidriche soluzioni di carbonato calcico, viene resa possibile la vita dei Tiobatteri i quali producono allora grandi ammassi di gesso senza solfo.

Il Böse accenna che nella regione solfifera succitata si incontra il gesso sia nei filoni solfiferi, come sotto forma di sottili strati gessosi alternati con scisti argillosi e calcarei che stanno sovrapposti al cretaceo.

Pare probabile che tanto i gessi filoniani che quelli sedimentari di detta regione, siano contemporanei e dovuti alle stesse emanazioni solfidriche le quali, dopo aver percorso le fratture dei calcari a rudiste, e dato origine ai filoni, vennero ad immettersi in bacini, mentre in essi venivano depositandosi gli scisti argillosi e calcarei che ricoprono i calcari a rudiste, ed in questi bacini si formarono, pure per azioni microbiolitiche, gli strati di gesso.

XV.

GIACIMENTI SOLFIFERI DI ORIGINE SEDIMENTARIA.

Se è giustificata l'origine filoniana dei giacimenti solfiferi siciliani e del Messico non credo però che tutti i giacimenti solfiferi abbiano tale origine. Analogamente, mentre si hanno minerali di pirite di origine filoniana se ne incontrano pure, come si accennò, negli strati lignitiferi della miniera di Valdagno.

I giacimenti delle provincie di Murcia ed Albacete (Spagna). per esempio, hanno caratteri tanto diversi da quelli di Sicilia, da rendere giustificata l'ipotesi della loro formazione sedimentaria.

Ed infatti alla Serrata di Lorca si hanno giacimenti solfiferi i cui affioramenti misurano una lunghezza di oltre 8 km. e sono dotati di grande regolarità con piccola potenza che non supera il metro. Alla miniera di Hellin si contano 16 strati di minerale, con ganga talvolta costituita di solfato di magnesia e di allumina. i quali hanno una potenza complessiva di m. 9,28 compresi in una potenza di circa 100 m. di roccie associate.

Questi regolari strati solfiferi di Spagna che si estendono per tanti chilometri e si sovrappongono in grande numero entro la formazione miocenica, analogamente agli strati di litantrace del Nord della Francia e del Belgio, dimostrano una differenza di origine da quelli siciliani poco estesi, situati soltanto al letto ed al tetto della formazione gessosa.

Anche il giacimento di Lornano (Siena) presenta caratteri affatto diversi da quelli dei giacimenti siciliani; in esso abbondano i minerali a ganga gessosa e predomina il solfo amorfo. E' da considerare che in questo giacimento col minerale si rinvengono frequenti pezzi di lignite ed a qualche centinaio di metri dalla solfara, trovasi un regolare strato di lignite compreso fra le marne del tetto. Pare perciò probabile che in questi giacimenti la riduzione dei gessi dipenda da sostanze carburate vegetali che si depositarono associate ai banchi di gesso.

CONCLUSIONE.

L'ipotesi da me formulata e discussa è basata sui due concetti fondamentali sostenuti dal Baldacci, e combattuti dal prof. Spezia, e cioè che i minerali di solfo siano stati prodotti dalla riduzione dei gessi e che gli idrocarburi endogeni ne furono i riduttori.

E' soltanto diversa l'interpretazione da me data delle condizioni in cui dovette verificarsi una tale riduzione.

La supposizione che tale riduzione si sia effettuata sotterraneamente, dopo la formazione dei banchi di gesso, anzichè in bacini aperti, è giustificata:

1° Dai risultati degli studi sui batteri che hanno le proprietà di ridurre i gessi, in presenza degli idrocarburi, anche fuori del contatto dell'aria, ed a temperatura ordinaria.

2° Recenti studi sui giacimenti metalliferi del Massetano misero in evidenza che i filoni dotati di un'inclinazione più prossima all'orizzontale che non alla verticale, danno origine a minerali listati, d'aspetto sedimentario e quindi la *soriata* non è una caratteristica dei giacimenti d'origine sedimentaria.

3° Tutti i fenomeni che presentano i giacimenti solfiferi siciliani più sopra accennati, trovano una facile spiegazione nell'ipotesi filoniana.

La maggior parte dei giacimenti solfiferi siciliani noti sono da ascriversi fra quelli affioranti e disposti parallelamente alla stratificazione dei gessi e quindi è da ritenere che pochi altri di questi giacimenti, perchè affioranti, siano sfuggiti ai ricercatori e potranno ancora essere scoperti.

Sono invece poco noti i giacimenti non affioranti di cui solo finora pochi vennero casualmente scoperti.

L'attenzione degli industriali dovrebbe perciò essere rivolta alla ricerca di questi ultimi giacimenti, aventi forma di ricchi ammassi.

Parmi che mentre l'ipotesi dell'origine filoniana dà una plausibile interpretazione del loro modo di formazione, debba pure fornire criteri per la loro ricerca.

I giacimenti di calcare perciuliato, i quali abbondano in Sicilia, e non furono fin qui oggetto di ricerche che a Virdilio, devonsi considerare come suscettibili di contenere nelle loro zone più profonde dei giacimenti solfiferi analoghi a quello della solfara Virdilio.

Troverei perciò opportuno che si eseguissero delle trivellazioni bene ubicate, per riconoscere se in questi giacimenti calcarei si verificò il fenomeno, forse non raro, della formazione di ricchi ammassi solfiferi sottostanti ai calcari perciuliati che, come si disse, si devono considerare come rappresentanti dei minerali. L'eccezionale ricchezza di simili concentrazioni dovrebbe spingere gli industriali ad intraprendere simili ricerche.

Il grande ammasso della solfara Ciaulotta, il quale forma un altro tipo di giacimenti non affioranti, suggerisce in quali condizioni essi possano incontrarsi. Nelle regioni dove la formazione gessosa solfifera presenta molte dislocazioni e venne frastagliata in grandi lembi staccati e spostati dalla sua direzione principale, non è difficile che questi spostamenti siano stati prodotti da faglie petrolifere le quali mineralizzarono questi lembi isolati di banchi di gesso stati spinti fra le marne plioceniche. Possono perciò essere utili le ricerche basate su questi concetti, nelle regioni dove la formazione solfifera si presenta suddivisa in lembi.

Spero che queste mie considerazioni sui giacimenti petroliferi e solfiferi possano essere di qualche vantaggio all'industria mineraria italiana.

Torino, giugno 1915.

INDICE

PRELIMINARI.

I. Fenomeni prodotti dalle emanazioni endogene gassose . . . . . *Pag.* 7
II. Correnti acquifere ascendenti provocate dalle emanazioni di CO_2 ed H_2S » 10

PARTE I.

SUL MODO DI FORMAZIONE DEI GIACIMENTI PETROLIFERI.

I. Regole pratiche seguite nelle ricerche petrolifere . . . . » 13
II. Ipotesi formulate per spiegare la formazione dei giacimenti petroliferi » 15
III. Nuova ipotesi sul modo di formazione dei giacimenti petroliferi . . » 19
IV. Considerazioni sulle ricerche petrolifere dell'Emilia . . . . . . » 32

PARTE II.

SUL MODO DI FORMAZIONE DEI GIACIMENTI SOLFIFERI.

I. I giacimenti solfiferi siciliani vennero fin qui considerati come d'origine sedimentaria . . . . » 34
II. Cenni sui terreni formanti il Miocene superiore in Sicilia . . . . » 37
III. Emanazioni endogene di idrocarburi che s' incontrano nella zona solfifera siciliana . . . . » 40
IV. Sull'origine dei banchi di tripoli di calcare concrezionato e di gesso formanti il Miocene superiore . . . . » 41
V. Minerali solfiferi – Giacimenti di minerali solfiferi, di calcare poroso, di stronziana . . . . » 46
VI. I minerali solfiferi siciliani non vennero formati entro bacini acquiferi superficiali . . . . » 50
VII. Sull'origine dell'idrogeno solforato che formò i giacimenti solfiferi siciliani . . . . » 53
VIII. Nuova ipotesi sull'origine dei minerali solfiferi siciliani . . . . . » 57

IX. Giacimenti solfiferi prodotti da idrocarburi percorrenti faglie oblique alla verticale e parallele alla stratificazione di banchi di gesso affioranti: Giacimenti Iuncio, Trabonella, Capodarso . . . . . . *Pag.* 60
X. Giacimenti solfiferi prodotti da faglie petrolifere trasversali a banchi di gesso affioranti alla superficie . . . . » 69
XI. Giacimenti solfiferi prodotti dalla riduzione di banchi di gesso non affioranti alla superficie disposti a pieghe: Giacimenti delle solfare Montagna, Ciaulotta, Virdilio . . . . » 70
XII. Giacimenti solfiferi prodotti da faglie petrolifere che attraversarono banchi di gesso disposti orizzontalmente: Giacimento di Perticara (Pesaro) . . . . » 75
XIII. Giacimenti solfiferi del Texas e della Louisiana . . . . » 78
XIV. Giacimenti solfiferi del Messico . . . . » 84
XV. Giacimenti solfiferi di origine sedimentaria . . . . » 87
Conclusione . . . . » 88

II.

POMPEO MODERNI

SU LA CONCA DI BOLSENA

A proposito di una Nota del Dott. H. Simotomai (1)

La regione Vulsinia in genere ed il bacino lacustre di Bolsena in ispecie, esercitano uno strano fascino in tutti quelli che lo visitano per la prima volta, specialmente se sono stranieri al nostro paese. Il dott. Simotomai non ha potuto sottrarsi a questo fascino e, venuto in Italia in viaggio d'istruzione, rivolse ad essa i suoi studi: in un tempo davvero brevissimo, essendo riuscito ad imparare della nostra lingua, così diversa dal suo nativo giapponese, quel tanto necessario a farsi intendere a voce e per iscritto, pubblicò sul Bollettino del R. Comitato Geologico d'Italia una breve Nota nella quale sono riassunte le osservazioni da lui fatte.

Noi Italiani nutriamo viva simpatia per quegli stranieri che vengono a studiare, sotto aspetti diversi, il nostro paese e con il loro ingegno e la loro coltura contribuiscono qui in Italia al progresso così delle scienze e delle arti, come del commercio e delle industrie. Questa nostra simpatia per gli stranieri che si occupano del nostro paese, non esclude però che da parte nostra si possa e si debba rimarcare tutto quanto vi può essere non scevro d'inesattezze nelle loro pubblicazioni.

---

(1) Simotomai H. — *Ricerche morfologiche sulla Conca di Bolsena.* (Bollettino del R. Comitato Geologico d'Italia, vol. XLIV, fasc. 2°). Roma, 1914.

Il dott. Simotomai, in questa sua Nota, non tiene conto alcuno del contenuto del mio lavoro su i Vulsinii (1) e ciò forse allo scopo di evitare la discussione delle due teorie esistenti su la genesi della conca vulsinia. Ma il Simotomai che è dottore in geografia e non in geologia, avrebbe potuto benissimo evitare questo scoglio, limitandosi ad accennare le due teorie e dichiarandosi in pari tempo incompetente a pronunziarsi su tale questione, lasciandone la soluzione ad altri che presto o tardi certamente se ne occuperanno. Invece egli, dopo avermi citato in principio del suo lavoro, non dirò inesattamente, ma incompletamente, come dimostrerò in seguito, ha proceduto avanti come se questo mio lavoro non esistesse affatto, esaminando le cose soltanto dal punto di vista di un mio contraditore, obbligandomi così a dovergli fare delle rettifiche.

Perchè un libro lo si può ignorare, ma quando lo si conosce si potrà criticare, distruggere anche dalla prima all'ultima pagina, con delle ragioni e delle dimostrazioni di cui chi scrive assume tutta la responsabilità, ma non lo si può trascurare come non esistesse: « *Scripta manent* » ed il dott. Simotomai conosceva il mio libro, e se lo portava sempre nelle sue escursioni, servendosene come di una guida, non solo, ma lo aveva annotato nel margine di quasi ogni pagina; perchè il mio lavoro, per quanto sia un lavoro preliminare, una *contribuzione* come l'ho chiamato, pure fino a questo momento, non essendovi di meglio, è la descrizione più completa dei Vulcani Vulsinii.

Nello studio complesso dei vulcani spenti, quello delle bocche eruttive è per l'appunto il più importante, malgrado che qualche autore voglia togliere a questo studio qualsiasi importanza: infatti se lo studio analitico dei materiali eruttati fa conoscere le loro varietà; se lo studio stratigrafico con l'ammasso dei prodotti dà una idea della durata del vulcanismo in una data regione: se con le intercluse erosioni, indica approssimativamente il tempo più o meno lungo trascorso tra un'eruzione e l'altra: se con la diversità dei prodotti sovrapposti, avverte della possibilità di più fasi distinte dell'attività del vulcano; soltanto lo studio attento ed accurato delle bocche eruttive, permette di riconoscere la provenienza di tutti i materiali eruttati, ed integrando tutte le altre osservazioni, offre una base per la ricostruzione a grandi linee della storia di un vulcano.

---

(1) Moderni G. — *Contribuzione allo studio geologico dei Vulcani Vulsinii.* (Bollettino del R. Comitato Geologico, annate 1903 e 1904). Roma, 1903-1904.

Il Simotomai perciò volendo conoscere questa storia nella quale è implicita la genesi del lago di Bolsena, tenuto conto dell'importanza e della difficoltà della ricostruzione di una grande bocca eruttiva, prima di dichiarare che il lago di Bolsena era un cratere, non avrebbe dovuto trascurare nessuno degli elementi che aveva in mano, e sopratutto dell'osservazione mia, la quale faceva conoscere che ad 11 chilometri dalle rive del lago, si vedevano le lave uscite dal Monte Marano, conetto avventizio del vulcano di Latera, poggiare direttamente su le argille plioceniche. Egli che mi aveva dichiarato, e non credo per complimento, d'aver riconosciuto la mia Carta nella parte ultimata, e cioè quella occidentale, *scrupolosamente esatta*, non avrebbe dovuto tralasciare di fare questa importante escursione. E là, davanti ad un fatto che non si può nè negare, nè travisare, gli sarebbe naturalmente venuta sul labbro la stessa domanda che venne a me, che deve venire a tutti quelli che studiano questa regione senza preconcetti e cioè: se i prodotti di coni avventizi del Vulcano di Latera, che avrebbe dovuto essere posteriore al grande supposto cratere rappresentato dalla Conca vulsinia (come è costretto a riconoscere anche il Simotomai) si trovano a contatto delle rocce sedimentarie, per quale strano fenomeno, il supposto grande cratere, misurante oltre 40 chilometri di circuito, non ha potuto far giungere i suoi proietti e le sue lave a soli 11 chilometri di distanza dalla sua bocca, lasciando da quella parte la superficie vergine da depositi di materiali vulcanici, forse per una lunga serie di secoli? La risposta non poteva essere che una sola: la conca vulsinia non dev'essere un cratere!

Messo in guardia da questa constatazione, si sarebbe trovato nelle stesse condizioni in cui mi trovai io, a cui era perfettamente indifferente che la conca vulsinia fosse o non fosse un cratere, ed avrebbe dovuto necessariamente rivolgersi quest'altra domanda: se la conca vulsinia non è una bocca eruttiva, quali sono dunque le bocche eruttive di questo grande vulcano? Gli edifizi vulcanici di Latera e di Montefiascone così complessi e così grandiosi (specialmente quello di Latera il di cui cratere maggiore misura 9 chilometri di diametro), sono anche così bene conservati, che non vi è bisogno di molto studio per riconoscerli; come pure non è difficile constatare che dalla parte meridionale della conca vulsinia, fra i due suddetti edifizi vulcanici, manca assolutamente ogni indizio di recinto craterico. L'esistenza di questi due grandi edifizi vulcanici basterebbe già per sè stessa a spiegarci i potenti accumulamenti di materiali vulcanici che per 20 e 25 chilometri si distendono verso S.E., S. e S.O.; ma io ho dimostrato anche la possibilità che ad est dell'isola Bisentina vi potesse essere un altro grande cratere, segnato oggi dalle due maggiori profondità del lago che appunto ivi si trovano, dalla forma delle isobate rilevate dal De Agostini e dalla disposizione delle lave e dei tufi dell'isola Bisentina. A questa bocca eruttiva, nascosta dalle acque del lago e dai depositi lacustri, apparterrebbero meglio le colate che affiorano nella valle del Marta ed i conetti avventizi che si trovano nei dintorni di Capodimonte e Marta a sud del lago. Il Simotomai, il quale non ha potuto visitare l'isola Bisentina, perchè non ha tenuto conto delle mie osservazioni fatte in questa località e del rilevamento della mia Carta geologica, da lui riconosciuto *scrupolosamente esatto?*

In un certo punto della sua Nota, il Simotomai dice che la conca di Latera avrebbe intaccato il recinto craterico della conca vulsinia: ma come fa egli a suppor ciò se, come ho già detto, a S.E. del Vulcano di Latera, cioè fra i due edifizi vulcanici di Latera e di Montefiascone, non vi è traccia di recinto craterico, e dalla parte opposta, cioè nell'angolo N.O., fra il Vulcano di Latera ed il cratere di Sterta, l'autore non riporta nessuna osservazione sua in appoggio dell'esistenza di un altro frammento di recinto craterico, che in quell'interessantissima località dovrebbe essere visibile? Eppure sarebbe stato assai facile assicurarsi di questo fatto così importante, poichè nell' angolo N.O. appunto, la pila degli strati che forma il recinto lacustre, è incisa da due profondi burroni, uno dei quali è quello per cui passa la vecchia (ed in parte anche la nuova) strada carrozzabile che da Bolsena conduce a S. Lorenzo Nuovo, l'altro è quello che scende da Grotte di Castro. Questi due burroni sono due belle sezioni naturali, nella parte più bassa delle quali stanno dei tufi pomicei, che finora non sono stati trovati nell'ossatura dei recinti craterici, e questi tufi sono dolcemente inclinati verso il lago; la loro disposizione mostra chiaramente che appartengono al Vulcano di Latera. Di materiali che per la loro natura e disposizione si possano ritenere facenti parte d'una cinta craterica non ve n'è traccia alcuna. Al disopra di questi materiali più antichi, i tufi sono orizzontali o leggermente inclinati verso il lago, ma rialzati verso di esso, come dovrebbe verificarsi se facessero parte di un recinto craterico, non si vedono mai; avvicinandosi verso il Monte Landro o verso il Vulcano di Latera appaiono subito i tufi rialzati verso l'uno o verso l'altro dei due edifizi vulcanici. Se dunque nè da una parte, nè dall'altra del Vulcano di Latera, cioè nè fra il Vulcano di Latera e quello di Montefiascone, nè fra il Vulcano di Latera ed il Monte Landro, che sarebbe un cono avventizio del cratere di Sterta, appartenente a quello che ho chiamato Vulcano di Bolsena, si vede la continuazione di questo recinto craterico che il Vulcano di Latera avrebbe intaccato, quali fatti hanno persuaso il Simotomai dell'esistenza di questo recinto craterico? Nella sua Nota non è detto. Se in questo angolo N.O. le colline che costituiscono l'orlo del bacino lacustre sono un poco più alte, lo si deve al fatto che proprio in quest'angolo N.O. vi è il cono del Monte Landro che dev'essere stato molto attivo e deve aver vomitato ceneri e lapilli in grande quantità.

E giacchè sono nell'angolo N.O. della conca vulsinia, mi sia permesso di domandare al dott. Simotomai perchè fra i crateri che si riconoscono nell'interno della conca o bacino lacustre di Bolsena, non ha compreso anche l'importante cratere di Sterta? Eppure questo cratere non doveva essergli ignoto, poichè nella sua Nota nomina ripetutamente il Monte Landro, il quale non è altro che un bel cono avventizio sviluppatosi sul ciglio del cratere di Sterta, allo stesso modo che il cono di Montefiascone si è sviluppato precisamente sul ciglio del sottoposto cratere detto La Valle, e non sul ciglio del supposto grande cratere rappresentato dal lago. Questo interessante e complesso edifizio vulcanico di Sterta, situato nell'angolo N.O. della conca vulsinia, è costituito dal grande cratere di Sterta, perfettamente circolare, avente circa un chilometro di diametro e che è sventrato a sud; sul suo ciglio craterico si sono sviluppati tre coni avventizi: Pian Cerasolo, Sassara e Monte Landro, quest'ultimo assai più importante degli altri due. A nord di Sterta, al di fuori della conca, i due piccoli crateri di Casale Morichino e di Lagaccione di S. Lorenzo, da non confondersi con Lagaccione di Valentano citato dal Simotomai, non troppo ben conservati, appartengono entrambi, come manifestazioni eccentriche, al cratere di Sterta. Un edifizio vulcanico, come si vede, che rassomiglia assai a quello di Montefiascone, che gli sta di fronte nell'angolo S.E., e che se ha delle dimensioni più modeste, merita però di essere accuratamente studiato da tutti quelli che vogliono occuparsi dei Vulcani Vulsinii, poichè deve avere avuto una parte importante nelle eruzioni di quello che ho chiamato Vulcano di Bolsena, e forse ne rappresenta l'ultima fase, come il piccolo lago craterico di Mezzano rappresenta l'ultima fase del Vulcano di Latera.

Ed eccoci ai famosi *scaglioni* o *crateri concentrici:* il Simotomai cita anche il mio nome fra quelli che hanno osservato questa formazione a scaglioni nell'interno del bacino lacustre, però si ferma alla mia prima citazione. Infatti alla prima e seconda riga della pag. 141 della mia Memoria (1) è detto: « Dal lago si sale all'altipiano a nord di Bolsena, per tre o quattro grandi scaglioni formati da colate di lave diverse ». Però all'ultima riga della stessa pag. 141 riprendo e completo nella susseguente pag. 142 la descrizione di questi scaglioni nel modo seguente:

« Tutti i coni che si trovano situati fra S. Lorenzo e Bolsena, formano come tre gradini o scaglioni e, ad eccezione dei tre conetti dei Poggi del Giardino, conservano poco la loro forma caratteristica, anzitutto perchè si svilupparono sul ciglio o nell' interno del recinto, quindi mentre da una parte avevano un abisso da ricolmare con le loro deiezioni, le quali per poco abbondanti che fossero dovevano assumere subito la forma conica, dalla parte opposta si distendeva l'altipiano o si alzava la parete del recinto, e da questa parte i coni prendevano una forma leggermente mammellonare o l'aspetto di gradini: perciò quelli sul ciglio emergono poco su l'altipiano e visti da questa parte sembrano collinette dovute all'erosione; di quelli nell' interno, molti sono rimasti investiti dai franamenti avvenuti, che hanno livellato la superficie per larghi tratti. Il tempo con la sua opera demolitrice ha portato il proprio contributo alla rovina parziale di queste bocche eruttive scavando fossi di scolo in tutte le direzioni, asportando una parte dei materiali che costituiscono le bocche situate nella parte più alta del recinto, rovesciandoli addosso a quelle situate più in basso; da ultimo la mano dell'uomo vi ha avuto pure la sua parte. Sappiamo infatti che Vulsinio era una città importante, situata appunto sopra un cono (Piazzano); su altri coni erano le necropoli (Vietena ed altre); la regione era molto abitata: vi esistevano ville, strade, ecc., per cui molte bocche devono aver sofferto assai per i lavori dell'uomo. Oggi in mezzo ai boschi più folti, si presentano all'improvviso qua e là, dei tratti di strade consolari con i caratteristici lastroni poligonali, che davvero non si supporrebbero in certi luoghi, oggi affatto deserti ed impraticati ».

---

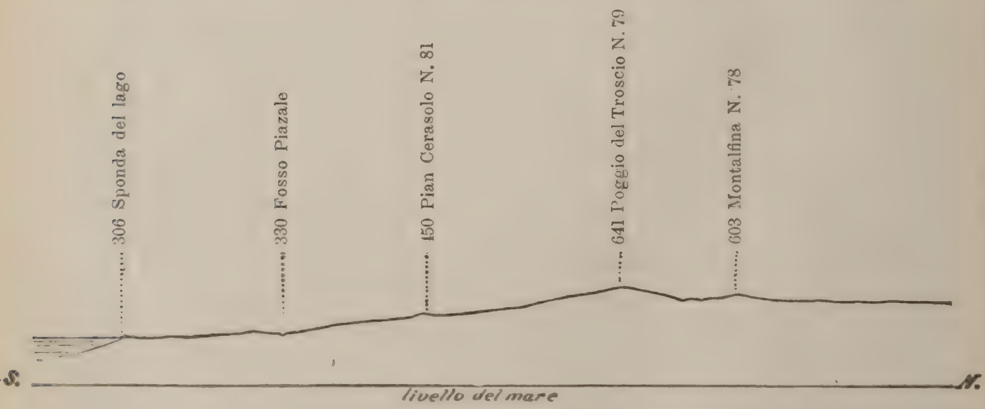
(1) Moderni P., opera citata.

« Fra Bolsena e Poggio Cerretella, dalla parte di Montefiascone, la disposizione delle bocche su tre scaglioni è meno regolare, ma anche da questa parte si sviluppa una quantità di bocche eruttive sul ciglio del recinto, a mezza costa ed al piede di esso. Le eruzioni di queste bocche, come del resto nella maggior parte anche di quelle a destra di Bolsena, dovettero essere accompagnate da piccolissimo sviluppo di vapore acqueo, e perciò le medesime non proiettarono molti materiali detritici, ma emisero invece abbondanti colate di lave. Da questo fatto derivarono piccoli coni schiacciati e poco riconoscibili, ecc. ecc. ».

Da questa descrizione emerge quindi che la formazione di questi scaglioni è dovuta principalmente ai numerosi conetti avventizi sviluppatisi nell'interno della parte N.E. del bacino lacustre, i quali vomitando molte colate di lave hanno consolidato questi scaglioni. L'erosione, isolando delle collinette di tufo ha contribuito, in modo accessorio però, alla formazione degli scaglioni che visti dal basso danno al paesaggio un aspetto caratteristico e d'una certa imponenza.

I profili, alla scala di 1: 50000 per le distanze e per le altezze, quì intercalati, rappresentano, meglio di qualsiasi descrizione, la formazione degli scaglioni: questi profili passano tutti per conetti da me descritti nella Memoria già citata e portano il numero d'ordine con il quale in detta Memoria sono distinti. Nel tracciare i profili ebbi cura di non tagliare fossi d'importanza, onde evitare di rappresentare gradini dovuti unicamente all'erosione.

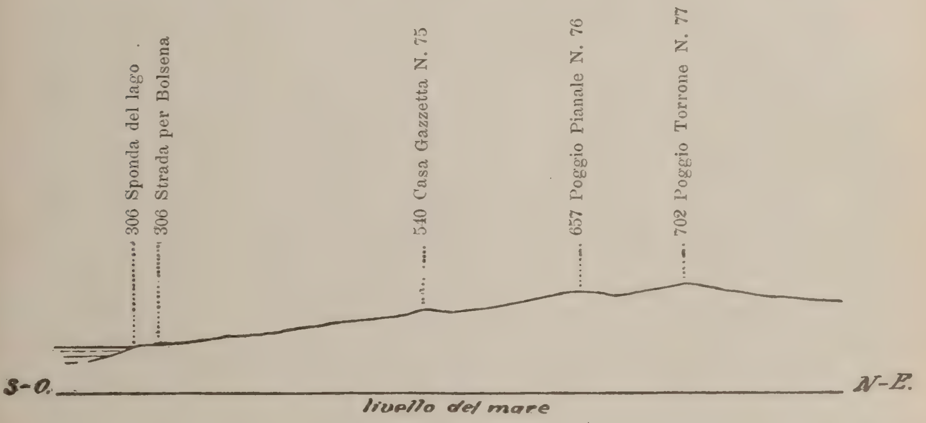
Il profilo n. 1, nella parte settentrionale del recinto lacustre, passa per il conetto di Pian Cerasolo (n. 81), alla quota di 450 metri, formando un primo gradino di m. 145 al disopra del lago, il quale trovasi alla quota di m. 305; passa poi per il conetto di Poggio del Troscio (n. 79), situato alla quota di m. 641, formando un altro gradino di m. 191 sul precedente; da ultimo questo profilo passa per il cono di Montalfina (n. 78), situato alla quota di m. 603, ossia



Profilo N. 1.

di m. 38 più basso di Poggio del Troscio, ma siccome fra questi due edifizi vulcanici vi è una piccola valle, detta la Vallaccia, così Montalfina s'innalza su di essa e si vede distintamente anche da lontano. Questi tre conetti tagliati in linea retta dal profilo n. 1, hanno tutti e tre delle colate di lava ben distinte le une dalle altre.

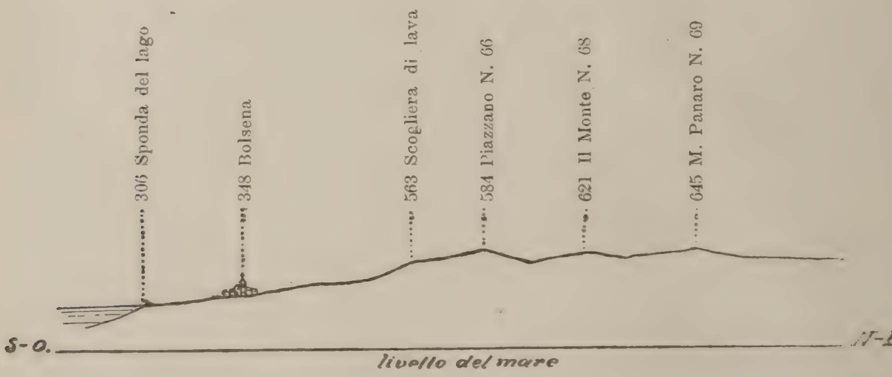
Il profilo n. 2, anch'esso nella parte settentrionale del recinto lacustre, passsa anzitutto per il piccolo cono di C. Gazzetta (n. 75), situato alla quota di m. 540 e perciò formante un primo gradino, in questo punto, di m. 235 al disopra del lago; si dirige poi con linea spezzata a Poggio Pianale (n. 76), bocca eruttiva non troppo ben conservata abbenchè vi siano diverse ragioni per ritenerla tale, alla quota di m. 657, formando un secondo gradino di m. 117; raggiunge da ultimo il cono di Poggio del Torrone (n. 77), alla quota di m. 702, formando un terzo gradino di m. 45. Questo piccolo cono segna il punto più elevato di tutta la Regione Vulsinia, ed è questa una delle località dove si può fare un'interessante osservazione: dalla parte sud, cioè verso il lago, i materiali costituenti il conetto sono fortemente inclinati, mentre dalla parte nord l'inclinazione è dolce. Ciò dimostrerebbe che dalla parte sud i materiali avevano un vuoto da riempire, mentre dalla parte opposta avevano le pareti di quel grande cratere, che avrebbe occupato appunto la parte N.E. del ba-



Profilo N. 2.

cino lacustre, contro la quale andavano a deporsi con inclinazione dolcissima e che doveva finire per diventare pianeggiante.

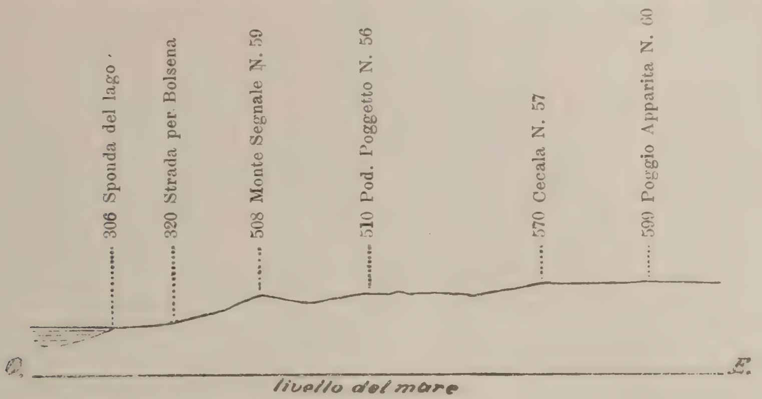
Il profilo n. 3 nell'angolo N.E. del recinto lacustre, che passa per Bolsena, forma un primo gradino di m. 258 sul lago, alla quota di m. 563, la quale segna un alto dirupo di lava formato dalle colate dei coni di Piazzano; il secondo gradino è segnato appunto da questo cono (n. 66-67), alla quota di m. 584 e che perciò s'innalza sul precedente di m. 21. Anche in questa località si può fare l'importante osservazione dei materiali fortemente inclinati dalla parte del lago e dolcemente inclinati dalla parte opposta. Il profilo passa poi per il conetto chiamato *Il Monte* (n. 68), alla quota di m. 621, formando un terzo gradino di m. 37; da ultimo raggiunge il cono di Monte Panaro (n. 69), alla quota di m. 645, formando un quarto gradino di m. 24. Lungo questa sezione che è una delle migliori per la netta distinzione degli scaglioni, si vede l'ammasso di lave diverse, uscite dalle numerose bocche eruttive, che scendono in dirupi fino al lago.



Profilo N. 3.

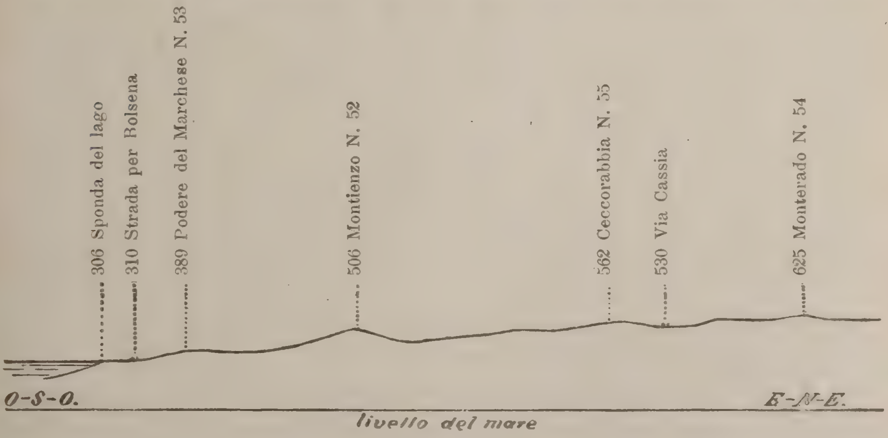
Il profilo n. 4, nella parte orientale del recinto lacustre passa per il cono di Monte Segnale (n. 59), cioè della bocca eruttiva dalla quale sarebbe uscita la caratteristica e conosciutissima colata di lava a struttura colonnare raggiata, detta dei *Sassi lanciati*. Questo cono, la cui sommità segna la quota di m. 508, forma un primo gradino di m. 203 su le acque del lago; poi il profilo passa per il conetto di

Podere Poggetto (n. 56), alla quota di m. 510, formando un piccolo gradino di m. 2; quindi il profilo, con linea spezzata, taglia il piccolo altipiano dove trovasi il conetto di Cecala (n. 57), alla quota di m. 570, formando un terzo gradino di m. 60; da ultimo la linea spezzata raggiunge il cono di Poggio Apparita (n. 60), in posizione isolata ed assai visibile, alla quota di m. 599, formando un quarto gradino di m. 29.


306 Sponda del lago
320 Strada per Bolsena
508 Monte Segnale N. 59
510 Pod. Poggetto N. 56
570 Cecala N. 57
599 Poggio Apparita N. 60
O
E
livello del mare

Profilo N. 4.

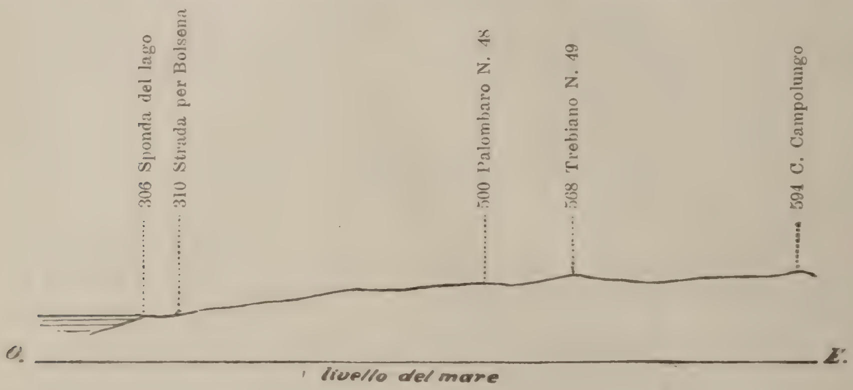
Il profilo n. 5, nella parte orientale del recinto lacustre, uno dei più caratteristici, passa per il cono del Podere del Marchese (n. 53), situato alla quota di m. 389, formando un primo gradino di m. 84; passa per il cono di Montienzo (n. 52), alla quota di m. 506, for-


306 Sponda del lago
310 Strada per Bolsena
389 Podere del Marchese N. 53
506 Montienzo N. 52
562 Ceccorabbia N. 55
530 Via Cassia
625 Monterado N. 54
O-S-O.
E-N-E.
livello del mare

Profilo N. 5.

mando un secondo gradino di m. 117; passa quindi per il cono di Ceccorabbia (n. 55), alla quota di m. 562, formando un terzo gradino di m. 56; raggiunge da ultimo il cono di Monte Rado (n. 54), alla quota di m. 625, formando un quarto gradino di m. 63.

Il profilo n. 6, anche questo nella parte orientale del recinto lacustre, passa per il cono di Palombaro (n. 48), alla quota di m. 500, formando un primo gradino di m. 195; passa poi per il cono di Trebiano (n. 49), alla quota di m. 568, formando un secondo gradino di m. 68; il profilo raggiunge da ultimo la collina di C. Campolungo il cui versante verso il lago è formato dalla scogliera di lava proveniente dal cono di Monterado; questa collina segna la quota di m. 594, formando un terzo gradino di m. 26.



Profilo N. 6.

Gli scaglioni che si osservano nella parte N.E. del recinto lacustre di Bolsena, sono stati dunque originati dalle numerosissime bocche eruttive avventizie ivi sviluppatesi e relative colate di lave; di queste bocche eruttive se ne riconoscono ancora 14, quale più quale meno ben conservata, ed è facile immaginare come questo numero debba rappresentare soltanto una parte, forse la minore, del numero totale di queste bocche avventizie apertesi durante l'ultima fase del cratere che nella mia Memoria, già nominata, ho chiamato Vulsinio.

Il Simotomai, non tenendo conto neppure di quest'altra mia osservazione, ha tracciato le sue linee morfologiche facendole passare per tutte le prominenze di suolo che avessero a preferenza una forma allungata, qualunque ne fosse la loro genesi, ottenendo così in località diverse, fino a nove linee morfologiche più o meno parallele, entro il recinto lacustre, le quali però non hanno e non possono avere nulla di comune con i miei scaglioni.

Infatti nella mia Memoria, già citata, a pag. 150 dicevo che: « osservando minutamente la disposizione delle bocche avventizie, sul recinto del grande cratere Vulsinio, si vede che le medesime formano come già fu accennato, tre scaglioni i quali se sul terreno molto frastagliato ed in gran parte boschivo non sono abbastanza appariscenti e facilmente distinguibili con un esame sommario, pure su l'annessa Carta dimostrativa risultano abbastanza chiaramente. Questi tre scaglioni rappresentano *forse* i frammenti di tre cinte concentriche del grande cratere, ristrettosi successivamente e su le quali svilupparonsi in grande quantità le bocche avventizie alterandosi, distruggendosi a vicenda e ricoprendo con i loro edifizi quello principale ».

Come vedesi gli scaglioni da me osservati si riferivano e si limitavano al cratere Vulsinio, del quale avrebbero indicato *forse* tre successivi ristringimenti, mentre le linee morfologiche del Simotomai, senza tener conto nè dell'inclinazione dei materiali, nè della loro qualità, investono anche il Vulcano di Montefiascone, edifizio che ha una fisonomia sua propria ed altrettanto caratteristica quanto quella di Latera e che perciò non ha nulla di comune con quello che ho chiamato Vulcano di Bolsena, del quale il cratere Vulsinio sarebbe stata la bocca eruttiva principale.

Dalla parte opposta, cioè nell'angolo N.O. del recinto lacustre, il Simotomai allunga una delle sue linee morfologiche su per la vallecola dove passa la strada rotabile che da Grotte di Castro va a congiungersi all'altra rotabile che passa sul ciglio del grande cratere di Latera. Nella mia Nota: *La Geologia dei dintorni delle Grotte di Castro* (1), che il Simotomai conosceva, ho dimostrato che quella vallecola, situata sul fianco del cono racchiudente il cratere di Latera, è dovuta all'erosione delle acque scendenti appunto giù per il cono, allo stesso modo delle altre vallecole vicine di Vigne Vecchie, Preta, Oriesa e di quella dove passa la rotabile di Gradoli, vallecole aventi tutte la stessa origine, la stessa larghezza, la stessa profondità e la stessa disposizione dei materiali, rialzati costantemente verso il cratere di Latera. Evidentemente il Simotomai non ha creduto tener conto neppure di questa dimostrazione e nella sua Nota non ha detto il perchè ha fatto passare la sua linea per quella vallecola piuttosto che per un'altra ad essa vicina, ovvero perchè non ha tracciato tante linee morfologiche quante sono le vallecole che da questa parte scendono dall'orlo del cratere di Latera.

---

(1) MODERNI P. — *La Geologia delle Grotte di Castro.* (Giorn. di Geologia Pratica, Anno IV, Fasc. 5°). Perugia, 1906.

Un'ultima osservazione, che può interessare il mio lavoro, è quella fatta dal Simotomai circa un *singolare* sistema idrografico che vi sarebbe entro la conca o bacino lacustre di Bolsena, differente affatto di quanto si osserva ordinariamente negli altri vulcani. A questo proposito egli nota che gl'immissari del lago sono in generale a corso parallelo alla spiaggia, formando come archi di cerchi concentrici. Questa supposta singolarità di sistema è dovuta al fatto di aver presupposto che il recinto del bacino lacustre rappresentasse diversi recinti concentrici di un unico e grande cratere, tagliato soltanto dal Vulcano di Latera nella sua parte S.O. Se il Simotomai avesse considerato invece il bacino lacustre di Bolsena anche secondo il mio punto di vista, cioè come l'avvallamento rimasto fra quattro distinti e complessi edifizi vulcanici, sviluppatisi attorno ad esso, avrebbe trovato subito una spiegazione facile a questa disposizione di alcuni corsi d'acqua entro il bacino lacustre di Bolsena.

La parte orientale dei recinto è quella che si presta meglio ad analizzare l'osservazione del Simotomai: il Fosso Bronzino, nella sua parte alta è formato da due rami quasi paralleli, e paralleli alla sponda del lago, diretti da sud a nord, che si riuniscono alla quota di m. 427 e, piegando ad angolo retto, prendono il nome di Fosso Bronzino che scende con direzione ovest, normalmente alla spiaggia del lago. La ragione per cui la parte alta del Fosso Bronzino corre parallelamente alla sponda del lago, è semplicemente quella di scendere dai fianchi del cono racchiudente il bel cratere della Valle appartenente al Vulcano di Montefiascone e di scorrere perciò per la linea di maggiore pendenza, finchè ha potuto trovar la via per scendere al lago.

Il Fosso Maltempo, concentrico al precedente, ha origine anche esso sul cono racchiudente il cratere principale del Vulcano di Montefiascone e scendendo da sud verso nord, per la linea di maggior pendenza, parallelamente al lago, va ad urtare il cono di Poggio Cerretella e lì, al Ponte della Regina, piegando ad angolo retto, scende normalmente alla spiaggia del lago.

Il Fosso dei Prati, concentrico ai due già descritti, ha origine, con due rami paralleli, su la parte più alta del cono contenente il cratere principale del Vulcano di Montefiascone; scende da sud verso nord, per la linea di maggior pendenza, parallelamente alla riva del lago, fin dove incontra il suo affluente Fosso Larduccio, scendente da nord a sud, anch'esso parallelamente alla sponda del lago; quì continua obliquamente alla detta sponda, ma sempre concentricamente ai due primi fossi descritti, fino ai Molini di Bucine, dopo aver contornato da est il cono di Poggio Cerretella, appartenente al Vulcano di Bolsena ed aver raccolto le acque che scendono dai fossetti scavati tra i conetti di Palombaro e Trebiano; ai molini di Bucine, cambiando il primitivo nome in quello di Fosso di Arlena, scende al lago più o meno normalmente alla sua sponda, serpeggiando fra il cono di Poggio Cerretella e quello di Podere del Marchese.

Come vedesi la ragione della concentricità di questi tre fossi e del loro parallelismo alla sponda del lago, specialmente nella loro parte più alta, è data dal discendere tutti e tre, da punti diversi e per la linea di maggior pendenza, dal cono del cratere principale di Montefiascone, racchiudendosi uno dentro l'altro nel trovar la via per scendere al lago, unico loro sbocco possibile.

Entro il bacino lacustre di Bolsena, vi è soltanto un'altra località, dove si può osservare questa disposizione più o meno concentrica dei fossi di scolo, e tale località trovasi nel già citato angolo N.O. del bacino. I fossi che sarebbero più o meno concentrici sono quelli di Valle Maria (dove passa la strada rotabile che si dirama da quella di Valentano e scende a Grotte di Castro e per la quale il Simotomai ha fatto passare la sua linea morfologica). il Fosso del molino di Tarciano, Valle Preta e l'altro fosso che immette in essa. Ma questi fossi scendono tutti dai fianchi del cono di Latera e perciò alla loro origine cominciano per essere radiali, poi avendo tutti dovuto forzatamente trovarsi la strada verso il lago. loro solo sbocco possibile. sono divenuti concentrici e per un tratto necessariamente paralleli alla spiaggia del lago, che da ultimo tagliano normalmente. Si verificano insomma le stesse condizioni dei fossi scendenti al lago dai fianchi del cono del Vulcano di Montefiascone e si ripetono perciò gli stessi fatti.

Tutti gli altri numerosi fossi di scolo che si trovano entro il bacino lacustre di Bolsena, scendono al lago normalmente alla spiaggia, salvo qualche diramazione dei medesimi, nella parte orientale, che s'insinua fra i numerosi conetti esistenti da questa parte; come del resto succede in tutti i fossi o scoli d'acqua, che hanno sempre delle diramazioni a destra e sinistra più o meno normali alla direzione del tronco principale.

I sei profili intercalati, per quanto tracciati nella parte del recinto lacustre che a me è sembrato (per le ragioni esposte nella mia Memoria più volte ricordata e che non credo qui opportuno di ripetere) abbia fatto parte di un grandioso cratere, il Vulsinio, edifizio principale di quello da me chiamato Vulcano di Bolsena, pur tuttavia sono ben lontani dal rassomigliare al caratteristico profilo di un recinto craterico. Da questa parte però la ragione ne è manifesta. poichè la grande quantità di coni avventizi sviluppativisi successivamente, dovevano necessariamente alterare profondamente la primitiva forma craterica, ricoprendo con le nuove le antiche deiezioni. Gli agenti atmosferici con le erosioni ed i franamenti, entro materiali per la massima parte poco o nulla coerenti, hanno compiuto la loro opera di distruzione.

Con il Simotomai mi trovo però perfettamente d'accordo nella chiusa della sua Nota: egli dice: « le mie osservazioni mi portano a concludere che il vulcanismo e l'erosione furono i principali fattori dell'attuale morfologia della Conca di Bolsena». Infatti, è proprio così.

III.

G. CHECCHIA-RISPOLI

SOPRA ALCUNI ECHINIDI DEL CRETACEO SUPERIORE DELLA TRIPOLITANIA

raccolti dall' Ing. Domenico Zaccagna

Dell'importante materiale raccolto nei vari piani del Cretaceo dall'Ing. D. Zaccagna durante un suo viaggio in Tripolitania compiuto nel 1914, fa parte anche una ricca collezione di fossili del Maestrichtiano superiore, la quale oltre ad una grande quantità di Molluschi, in massima parte già noti specialmente per i lavori del Krumbeck, del De-Stefani e del Parona, comprende pure pochi ma ben conservati Echinidi, che l' Ing. Zaccagna volle gentilmente affidarmi in istudio.

Tanto gli Echinidi che i Molluschi furono rinvenuti verso il confine occidentale della Tripolitania con la Tunisia, lungo la via di Bir-Harriz (Sinaun), in una formazione di marne bianco-giallastre alternanti con strati calcarei e straterelli dolomitici giallastri.

Trattandosi di forme nuove per la Tripolitania e per la scienza, crediamo utile illustrarle a complemento della più completa conoscenza di quella intereressante fauna echinologica maestrichtiana, in gran parte già da noi studiata (1).

---

(1) v. Checchia-Rispoli G. — *Sopra alcuni Echinidi del Cretaceo superiore della Tripolitania raccolti dal cav. Ignazio Sanfilippo.* (Giornale di Scienze Naturali ed Economiche di Palermo, vol. XXX), 1914.

Cassidulus Zaccagnai nov. sp.

(Fig. 1, 2, 3).

Dimensioni:

Diametro antero-posteriore	mm.	36
» trasversale	»	32
Altezza	»	22
Petalo anteriore: lunghezza	»	13
» » larghezza	»	6
» » » della zona interporifera	»	3
Petali anteriori pari: lunghezza	»	12
» » » larghezza	»	7
» » » » della zona interporifera	»	4
Petali posteriori pari: lunghezza	»	13
» » » larghezza	»	5
» » » » della zona interporifera	»	3

Specie dal guscio di grandi dimensioni, dal contorno ovale-allungato, arrotondato anteriormente, alquanto dilatato posteriormente.

Faccia superiore poco depressa, gonfia nella parte anteriore, con la maggiore altezza in corrispondenza dell'apice ambulacrale, che è spostato avanti, ed assottigliata nella parte posteriore. Contorno arrotondato; faccia inferiore piana.

Apice eccentrico in avanti. Apparecchio apicale esteso, subpentagonale, notevole per il grande sviluppo della placca madreporica. Pori genitali piccoli, rotondi: gli anteriori più avvicinati dei posteriori.

Aree ambulacrali petaliformi, subeguali, sporgenti, larghe, corte, affilate all'estremità, ove pur restano un pochino aperte.

Il petalo anteriore ed i posteriori pari sono i più lunghi, però il primo è più largo: gli anteriori pari sono i più corti ed i più larghi. Questi ultimi sono inoltre molto divergenti, mentre i posteriori sono avvicinati fra di loro.

Zone porifere bene sviluppate, leggermente depresse, formate di pori disuguali, disposti a paia obliqui, avvicinati: gli interni sono rotondi, gli esterni ovali e stretti e congiunti per mezzo di un solco. Ogni paio è separato dall'altro da una costola stretta e granulosa.

Zona interporifera larga e sporgente.

Le aree ambulacrali cessano di essere petaloidi ad una grande distanza dall'ambito, per ridursi a piccoli paia sparsi di pori semplici, che si moltiplicano poi attorno al peristoma.

Peristoma eccentrico in avanti, pentagonale, subequilaterale, circondato da una floscella molto apparente: le protuberanze interambulacrali sono molto accentuate; i fillodi, discretamente lunghi e stretti alla base, contengono un gran numero di pori disposti a paia avvicinati, che non sembrano coniugati.

Periprocto longitudinale, ovale, stretto, appuntito in alto, aprentesi sulla faccia superiore, ma in basso, situato in un solco acuto, il quale discende slargandosi verso il margine, che intacca leggermente.

Tubercoli fini, scrobicolati, stretti, abbondanti, omogenei sulla faccia superiore; più grossi e più spaziati sulla faccia inferiore: questa presenta nel mezzo una fascia longitudinale, che va dal margine posteriore al peristoma, nettamente distinta ed abbastanza larga, la quale è quasi interamente sprovvista di tubercoli. In un altro esemplare sembra che tale fascia si continui al di là del peristoma.

Noi abbiamo esaminati parecchi esemplari di questa specie, per lo più deformati, ma che presentano in genere una grande uniformità di caratteri, salvo la forma del guscio, che può essere più o meno alto. Il profilo dell'esemplare figurato (fig. 3) è più alto del vero di circa 2 millimetri, pur restando immutata la sua lunghezza. Questa specie per il contorno oblungo, per la faccia inferiore piana ed attraversata da una fascia sternale assai distinta, per il peristoma circondato da una floscella molto apparente, per il periprocto ovale appartiene al genere *Cassidulus* Lamarck: essa per l'insieme di tutti i suoi caratteri si distingue facilmente dalle sue congeneri.

Località. Lungo la via di Bir-Harriz (Sinaun). (Maestrichtiano).

Linthia Paronai nov. sp.

(Fig. 4, 5, 6).

Dimensioni:

Diametro antero-posteriore	mm.	36
» trasversale	»	34
Altezza	»	20

Specie dal guscio di medie dimensioni, circa tanto lungo che largo, arrotondato ed intaccato avanti, subtroncato indietro.

Faccia superiore gonfia, rapidamente declive sui fianchi, abbastanza alta, con la maggiore altezza nell'area interambulacrale impari, che è subcarenata. Faccia inferiore quasi piana, appena depressa attorno al peristoma, alquanto rigonfia nell' interambulacro impari. Faccia posteriore verticalmente troncata.

Apice ambulacrale centrale. Apparecchio apicale subquadrangolare, munito di 4 pori genitali, piccoli, rotondi, di cui gli anteriori più avvicinati dei posteriori. La placca madreporica attraversa l'apparecchio senza prolungarsi al di là delle ocellari posteriori.

Solco anteriore largo, profondo, dai fianchi carenati: esso intacca profondamente il contorno e si prolunga sempre distinto sino al peristoma.

Area ambulacrale impari molto larga, concava nel mezzo, formata di pori semplici, posti alla base delle pareti del solco, le quali sono leggermente scavate. I pori sono semplici, disposti a paia obliqui e separati da un piccolo rigonfiamento granuliforme: i paia sono più avvicinati tra di loro verso l'apice, ove i pori diventano quasi microscopici; sino alla fasciola io ho contato 25 paia per ogni zona.

Aree ambulacrali pari diritte, larghe, lunghe, molto scavate, abbastanza aperte alle loro estremità, ineguali: le anteriori molto divergenti e quasi trasverse, le posteriori molto avvicinate e sensibilmente più corte.

Zone porifere larghe, di eguale lunghezza, formate di pori eguali, ovali, stretti, appuntiti dal lato interno, uniti per mezzo di un solco. Ogni paio è separato dall'altro da una costola larga, finamente granulosa.

Ogni zona degli ambulacri pari anteriori è formata di 30 paia di pori; ed ognuna dei posteriori di 22, oltre a qualche paio di pori del tutto microscopici presso l'apice.

Zone porifere larghe circa quanto una porifera. Per errore le zone interporifere nel disegno appaiono più larghe delle porifere.

Aree interambulacrali gonfie e sporgenti verso l'apice, ove sono subcarenate.

Peristoma molto eccentrico avanti, stretto, semilunare, col labbro sporgente ed appuntito.

Periprocto situato in alto della faccia posteriore, mal conservato.

La fasciola che circonscrive i petali è larga, specialmente in corrispondenza delle estremità di questi, che essa rasenta molto da vicino, avanzandosi profondamente nelle aree interambulacrali.

Fasciola latero-subanale più stretta e bene distinta; essa si distacca dalla prima a poca distanza dalle aree ambulacrali anteriori e discende poco obliquamente lungo i fianchi per passare sotto il periprocto.

Tubercoli crenelati, perforati, finamente mammellonati, ineguali: fini, avvicinati ed omogenei nello spazio limitato dalla fasciola, che circoscrive i petali; un po' più grossi sulle pareti del solco impari e dei petali. Nella parte anteriore del solco, sul contorno e sulla faccia inferiore sono più grossi, specialmente sul plastron, ove sono seriati.

Le aree ambulacrali sulla faccia inferiore sono nude. Le zone interporifere portano dei fini miliari molto avvicinati.

Abbiamo esaminato un solo esemplare di questa specie, che mostra chiaramente tutti i caratteri di una *Linthia*, da non confondersi con le altre del genere.

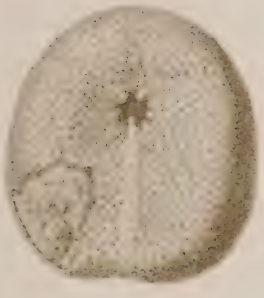
Località. Lungo la via di Bir-Harriz (Sinaun). (Maestrichtiano).

Roma, R. Ufficio geologico, giugno 1915.

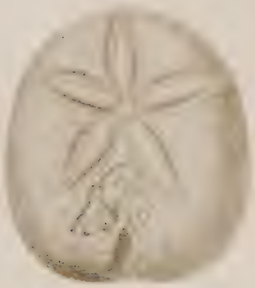
SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA.

Fig. 1. *Cassidulus Zaccagnai* n. sp. Visto superiormente.
Fig. 2. *Cassidulus Zaccagnai.* Visto inferiormente.
Fig. 3. *Cassidulus Zaccagnai.* Profilo antero-posteriore dello stesso esemplare.
Fig. 4. *Linthia Paronai.* n. sp. Visto superiormente.
Fig. 5. *Linthia Paronai.* Visto inferiormente.
Fig. 6. *Linthia Paronai.* Profilo antero-posteriore dello stesso esemplare.

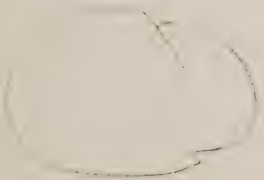
N. B. Tutte le figure sono ai $^5/_6$ della grandezza naturale.



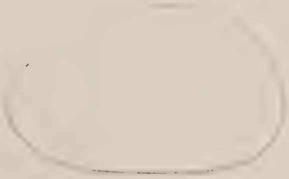
2



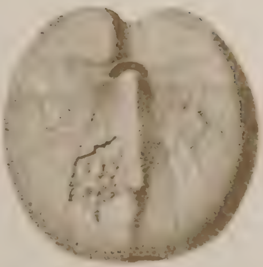
1



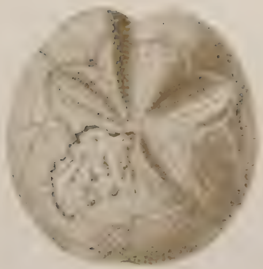
6



3



5



4

OFFICINA FOTOINCISIONE D. S. MICHELE - ROMA

Bollettino del R. Comitato Geologico d'Italia

Serie V, Vol. V. Anno 1915. Fascicolo 3-4

NOTE ORIGINALI

I.

B. LOTTI

IL MONTE FUMAIOLO E LE SUE SORGENTI

> . . . il giogo di che Tever si disserra
> *Inferno*, XXVII, 30.

Generalità.

Com' è noto, il Monte Fumaiolo, insieme col Monte Falterona ad ONO e l'Alpe della Luna a SSE, è situato su quella parte dello spartiacque appenninico che segna il confine geografico, se non precisamente quello amministrativo, fra la Toscana e la Romagna. La sua altitudine è di 1408 metri sul mare e da esso prende origine il Tevere, a sud, nel versante tirrenico, mentre nel versante adriatico scendono dalle sue alture i primi affluenti del F. Savio, coi fossi Grosso e Fornello ad ovest ed i torrenti Alfarello e La Para, rispettivamente a nord e NE, e da sud e SE si dipartono gli alti rami del torrente Senatello tributario del F. Marecchia.

Il Monte Fumaiolo è il rappresentante di un piccolo gruppo montuoso costituito, oltrechè dalla cima principale omonina, dal Monte Aquilone (1355) ad est, dal Monticino (1348) a nord, dal Poggio dei Pratoni (1314) e dalla Ripa della Moia (1259) a NO e da altri minori. Questo gruppo di alture, nettamente individuato per le sue spiccate forme orografiche in relazione, come vedremo, colla sua costituzione litologica, occupa un'area quasi esattamente ellittica coll'asse maggiore di km. 6,5 e l'asse minore di 3,5 e forma un blocco isolato sulla linea di spartiacque la quale in questo punto, deviando dalla direzione generale NO-SE, fra l'Alpe di Serra e l'Alpe della Luna, compie uno stretto e completo semicerchio, aperto verso SO, con un raggio che non giunge a quattro chilometri. Questa curva semicircolare contorna il bacino sorgentifero del Tevere ed il Monte Fumaiolo è posto esattamente sulla metà di essa curva, sviluppandosi per la massima parte nel versante adriatico. Ad eccezione del vero e proprio Monte Fumaiolo tutte le altre alture del gruppo si trovano infatti nel versante adriatico.

Vedremo in seguito quale può essere l' interpretazione più razionale di questo curioso fenomeno geografico messo in rilievo anche dallo Scarabelli (1).

Il gruppo di cui è parola è costituito da rocce affatto diverse da quelle che ne formano l' imbasamento, mentre trovano la più strettta analogia, anzi quasi la identità, in quelle della Verna, di Pennabilli, del Sasso di Simone, di San Leo, di San Marino (Monte Titano), di Verrucchio. Scorticata ed altre distribuite in lembi isolati sparsi qua e là in ambedue i versanti dell'Appennino e posti, come questo del Monte Fumaiolo, sulla sommità di alture. Il lembo del Monte Fumaiolo è il più elevato, trovandosi la sua cima alla quota di 1408, mentre gli altri, fra i più cospicui, come la Verna, il Sasso di Simone e il Monte Titano, trovansi rispettivamente alle quote 1270, 1221 e 743.

Questi lembi sono generalmente limitati da pareti a picco. Stando sul Monte Fumaiolo possono con lo sguardo dominarsi tutti questi giganteschi e caratteristici residui di un terreno che un tempo dovette estendersi sopra una vasta area di questo tratto della catena appenninica.

Le osservazioni paleontologiche fatte sugli altri lembi di questo terreno e segnatamente su quelli della Verna e del Monte Titano, sono di conseguenza riferibili anche al Monte Fumaiolo.

Sulla geologia del gruppo del Monte Fumaiolo si hanno poche e alquanto discordi notizie. Il primo che ne parla, salvo involontarie omissioni, è lo Scarabelli (1), il quale ne diede anche uno schizzo geologico nella sua carta 1:100.000 di questa parte del versante appenninico.

---

(1) G. Scarabelli. — *Descrizione della carta geologica del versante settentrionale dell'Appennino fra il Montone e il Foglia.* — Forlì, 1880.

Lo Scarabelli per dati paleontologici e per analogia di questo lembo con quello di San Marino, attribuì le sue rocce al piano Bormidiano: Miocene inferiore secondo l'autore, Oligocene secondo scrittori più recenti.

Il Sacco (2) per analogia di *facies* colla formazione di Pietra Bismantova, nell'Appennino reggiano, concluse nello stesso senso dello Scarabelli quantunque riconoscesse che i fossili, provenienti da questa o da località di analoga costituzione litologica, come quelle più sopra ricordate, studiati da diversi paleontologi, come il Manzoni, il De Stefani, il Fuchs, il Simonelli, il Capellini e il De Angelis, fossero stati riferiti al Miocene (Elveziano e Tortoniano). Quanto alla tettonica egli dice che questo terreno forma nel complesso una leggera conca.

Nel volume 26*bis* della Carta Idrografica d'Italia, riguardante il bacino del Tevere, il Perrone accenna alla età miocenica di certi strati di molasse delle Balze e del Senatello (3); ma poichè dice che le Vene del Tevere scaturiscono dalle arenarie, quasi al contatto con grossi banchi di molasse mioceniche, e poichè dette sorgenti scaturiscono effettivamente, come vedremo, da terreno identico al tetto e al letto, sembra che non attribuisca al Miocene l'intiero gruppo, ma solo una sua parte. Ciò infatti è poi espresso in modo chiaro nel volume 35 (1) dove dice che « il Monte Fumaiolo è costituito da macigno eocenico il quale verso il Monte Aquilone, e propriamente a cominciare dalle Balze, è ricoperto da molassa ed altre rocce mioceniche ». Quanto alla tettonica egli dice che l'arenaria compatta del tipo macigno (Eocene) è certamente la più antica della serie e che su di essa stanno le arenarie tenere a straterelli alternati cogli scisti, anteriori alle molasse; mentre i calcari, che sembrano miocenici ed adagiati sull'Eocene, potrebbero pur essere della serie solfifera.

---

(1) Loco cit.

(2) F. Sacco. — *L'Appennino settentrionale* (Boll. Soc. geol. italiana, XVIII, 1899, p. 357). Il Sacco a proposito di questo terreno del Monte Fumaiolo dice che, pur ritenendolo tongriano « non crede che si possa attribuire all' Eocene, come potrebbe dubitarsi dietro il lavoro del Lotti (*Studi sull'Eocene dell'Appennino toscano*, Boll. Comit. geol. 1898) che colloca nell' Eocene la roccia di Pietra Bismantova ». Questo dubbio invero non era giustificato perchè io in quel lavoro, parlando dell' Eocene del Casentino e della Val Tiberina, mai feci menzione di queste rocce della Verna e del Fumaiolo appunto perchè non le ritenevo eoceniche ed infatti in un successivo mio lavoro (*Geologia della Toscana*, Mem. descritt. della Carta geologica d' Italia, XIII, 1910) distinsi nettamente il calcare miocenico della Verna da quello eocenico che io equiparai al calcare di Pietra Bismantova.

(3) Carta idrogr. d'Italia, *Tevere*, 1908, p. 86 e 105.

Per ciò che si riferisce, adunque, all'età geologica di questo lembo del gruppo del Monte Fumaiolo pare fuori di dubbio doverci attenere, insieme col De Stefani, agli studi paleontologici esaurienti del Simonelli sul corrispondente residuo di questo terreno nel Monte della Verna (2) e concludere che esso sia da attribuirsi alla parte inferiore del Miocene superiore, ossia al Tortoniano.

In questa opinione io dovetti implicitamente consentire altra volta (3) discutendo dei calcari della Verna. Dissi allora che lembi fossiliferi di calcare coralligeno e di arenaria calcarifera, oltre a quello maggiore della Verna posto sullo spartiacque fra il Tevere e l'Arno, comparivano isolati e sparsi qua e là nel versante casentinese: al fondo della Valle del Corsalone, nelle colline di Bibbiena, al Berchiello, a S. Maria del Sasso, a Querceto, alla Chiesina, a Gressa, a Marciano, a Partina; e nel versante della Val Tiberina: sulla sommità del Monte Fungaia, ai Conchi, a Fungaia, a San Mariano e a Sigliano; equiparai questa formazione a quella del non lontano San Marino, al quale vien collegata per mezzo delle grosse placche mioceniche del Sasso di Simone e del Montone, e notai infine come essa non avesse alcun rapporto colla orotettonica attuale essendo discordante e senza alcun legame coi terreni eocenici sui quali riposa.

---

(1) Carta idrogr. d'Italia, *Reno, Lamone, Fiumi uniti, Savio, Marecchia ecc.* 1910, p. 127.

(2) V. Simonelli. — *Il Monte della Verna ed i suoi fossili* (Boll. Soc. geol. ital., II, 1883).

(3) B. Lotti. — *Geologia della Toscana* (Mem. descritt. della Carta geol. d'Italia, XIII, 1910, p. 160).

Ritengo inoltre, ora dopo il rilevamento dell' Umbria, che corrispondano cronologicamente a questi dell'Appennino settentrionale i residui di terreno miocenico sparsi in tutta quella regione sulla formazione arenaceo-marnosa la quale, per una certa somiglianza litologica con quelli, fu erroneamente attribuita al Miocene. Anche il De Stefani (1) riferì, come fu detto, questi lembi fossiliferi dell' Umbria al Tortoniano.

Un fatto stratigrafico importante può esser rilevato il quale sta in appoggio del riferimento di questo terreno al Miocene superiore, piuttostochè all' inferiore od all'Oligocene (Bormidiano e Tongriano) come preferirono lo Scarabelli e il Sacco; ed il fatto è questo che i lembi citati del Casentino e della Val Tiberina, nonchè alcuni, estesi, di cui diremo più avanti (v. Carta geologica Tav. I), situati a SO del Monte Fumaiolo, si trovano direttamente posati sulla formazione arenaceo-marnosa **am** anzichè sulle argille scagliose **ag**, come lo sono gli altri residui e specialmente i maggiori come la Verna, il Monte Fumaiolo, il Sasso di Simone e San Marino; ciò che sta a dimostrare che un lungo periodo di emersione e di denudazione intervenne fra i depositi dell'Eocene medio, cui, come vedremo, è da riferirsi la formazione arenaceo-marnosa **am**, e quelli del Miocene di cui è parola.

GEOLOGIA.

Fissata così in massima la posizione stratigrafica e cronologica di questo lembo miocenico del Monte Fumaiolo, passiamo ad esporre i particolari litologici e tettonici delle sue formazioni e di quelle circostanti eoceniche che ne formano l' imbasamento, cominciando da queste ultime.

---

(1) C. De Stefani. — *Il Tortoniano dell'alta valle del Tevere* (Proc. verb. Soc. tosc. sc. nat., II, 1879, p. 114).

Formazione arenaceo-marnosa, am. — La più profonda di esse è quella che nell' Umbria e nelle Marche va sotto il nome di formazione arenaceo-marnosa, la di cui età è stata ed è tuttora per alcuni oggetto di discussione, se cioè sia attribuibile all'Eocene, all'Oligocene o al Miocene medio (Langhiano). Per lo scrivente la questione è ormai superata ; essa costituisce il terreno più basso dell'Eocene di tipo *flysch* e passa gradatamente e con continuità alla *scaglia* detta argillosa o cinerea, con nummuliti del Luteziano inferiore o del Suessoniano.

Nell'Umbria questa formazione racchiude banchi calcarei con lepidocicline e con nummuliti eoceniche (1), letti argillosi con pteropodi, qualche bivalve del genere *Lucina* ed alcuni gasteropodi in generale mal conservati.

La sua età eocenica, oltrechè dalla presenza di nummuliti, viene stabilita dal fatto che essa è dovunque ricoperta dalla zona delle *argille scagliose*, ag, nelle quali sono inclusi strati di puddinghe minute con nummuliti dell'Eocene superiore (2).

Nella regione di cui è parola la posizione stratigrafica di questa formazione è pienamente confermata. Essa non solo apparisce in modo indiscutibile, come vedremo, sottostante alle *argille scagliose* nell'area del Monte Fumaiolo, ma la vediamo succedere ad esse nello stesso ordine stratigrafico presso Pieve S. Stefano, dove inoltre le *argille scagliose* sono alla lor volta ricoperte dai calcari marnosi ad *Helminthoida* notevolmente sviluppati in quei dintorni. Basta percorrere la rotabile risalendo il corso del Tevere, fra Pieve S. Stefano e Valsavignone, ossia per circa 10 chilometri, per attraversare completamente la serie di quei caratteristici terreni e constatarne la successione.

---

(1) Queste ultime furono ritenute di trasporto dai sostenitori dell'età miocenica della formazione, ma l' idea del trasporto è soltanto una supposizione che non trova appoggio in nessun fatto specifico.

(2) Vedere sulla questione : B. LOTTI — *Relazione sulla campagna geologica dell'anno 1912.* (Boll. Comit. geol., 1913-14) ; P. PRINCIPI — *Alcune considerazioni sul Terziario dell'Umbria* (Boll. Soc. geol. ital., 1914) e B. LOTTI — *Sulla questione del Terziario dell'Umbria* (Boll. Comit. geol., 3, 1913-14).

Questa formázione arenaceo-marnosa **am** (v. carta geol. Tav. I) costituisce il terreno più sviluppato e diffuso in questo tratto dell'Appennino. Esso, oltrechè nel versante tirrenico, ove occupa tutta l'area triangolare della Valle del Tevere compresa tra le cime di spartiacque: Monte Fumaiolo, Poggio de' Tre Vescovi e Poggio dell'Aquila, stendesi a perdita d'occhio nel versante adriatico ove forma quasi esclusivamente l'alto e medio bacino dei fiumi Marecchia e Savio.

Dallo Scarabelli (1) questo terreno dalle caratteristiche forme orografiche prodotte dalla denudazione, viene repartito fra il Cretaceo superiore sotto la denominazione litologica di « scisti galestrini e arenarie », il Miocene (Serravalliano) sotto quella di « marne arenacee con *Lucina appenninica* Dod. », e l'Eocene superiore sotto quella di « arenaria (macigno) ».

Il Sacco (2) individuò nettamente questa formazione e con sufficiente esattezza ne rappresentò la sua estensione sulla carta 1:100.000 (3). Egli dice giustamente « che questa formazione eocenica, mentre verso ovest è costituita in gran parte d'arenaria presentante la tipica *facies* del macigno, verso est tende poco a poco ad assumere in prevalenza una *facies* marnosa con straterelli arenacei (4). Tale natura prevalentemente marnosa unita alla stratigrafia dolce e complessivamente regolare, dà al paesaggio, arido, grigio-chiaro, a piramidi di erosione ecc., una fisonomia speciale, monotona, triste, franosa direi, assai caratteristica quale possiamo osservare nella vasta regione che si stende a NE del gruppo del Monte Falterona e Poggio allo Spillo, e si sviluppa poi amplissimamente nei monti di Verghereto, nell'alta Val Marecchia e nell'alta Val Tevere » (1).

---

(1) Loco cit., carta geol.

(2) Loco cit.

(3) Carta geologica dell'Appennino della Romagna 1:100.000. Libreria Clausen, Torino, 1899.

(4) Secondo il rilevamento eseguito dallo scrivente in quella parte del Casentino (Tav. di Poppi) che confina ad oriente colla tav. di Pieve S. Stefano, la formazione isopica **am** della valle del Savio si suddivide in altre tre formazioni eteropiche diverse oltre quella arenaceo-marnosa stessa, cioè: in marne con scisti marnoso-arenacei; arenaria con strati calcarei a foraminifere; arenaria in grossi banchi con qualche strato nummulitico. Queste rocce si anastomizzano l'una coll'altra, ma tutte sono regolarmente coperte dalla zona delle *argille scagliose*.

« Questa formazione, soggiunge il Sacco, può esser riferita all' Eocene medio parte inferiore ed in essa incontransi resti di bivalvi, *Taonurus* e *Palaeodictyon* ». Io sono in ciò perfettamente d'accordo col Sacco, ma non posso convenire con lui sui rapporti stratigrafici fra essa e la zona delle *argille scagliose*. Se vi è località dove chiari, evidenti, appariscano tali rapporti di posizione in tagli naturali grandiosi, essa è proprio questa dei dintorni del Monte Fumaiolo. Le due estremità SO e NE della sezione C-D (Tav. I) sono la riproduzione di due tagli naturali nei quali si osserva la sovrapposizione delle *argille scagliose* alla formazione arenaceo-marnosa. Nella estremità NE di questa sezione il taglio naturale si osserva sotto le Velle presso Capanne, sul lato destro del torrente La Para. In tutta questa zona a NE del gruppo del Monte Fumaiolo, da Casteldelci sul Senatello, alla Rocchetta nel versante del Savio, gli strati della formazione **am** presentano la stessa disposizione, quella cioè di una stretta anticlinale raddrizzata, formatasi proprio a contatto cogli strati delle *argille scagliose* **ag**. A primo aspetto, seguendo con uno sguardo a distanza la regolare stratificazione della formazione arenaceo-marnosa, costantemente inclinata verso NE, non si dubiterebbe di asserire che essa vada a sovrapporsi a quella delle *argille scagliose*, ma basta non fidarsi di quest'apparenza e seguire il contatto fra le due formazioni per vedere nei tagli naturali, formati dalle numerose solcature dei corsi d'acqua, che ad una distanza, forse non maggiore di 200 metri, gli strati arenaceo-marnosi subitaneamente si rialzano fino alla verticale, continuano così raddrizzati per un centinaio di metri e vanno poi ad immergersi sotto le *argille scagliose* con un' inclinazione variabile da 30 a 60 gradi.

Il Monte Faggiola Vecchia, formato di calcare marnoso **cm**, lascia vedere tali condizioni nel suo dirupo verso oriente. Gli strati della formazione **am**, sottostanti al calcare con leggera inclinazione verso ovest, cominciano a rialzarsi alla distanza di circa 100 m. dal contatto, pendendo sempre verso ovest; divengono poi verticali e alla distanza di circa 250 metri inclinano in verso opposto; poi la inclinazione diminuisce finchè al Poggio della Croce gli strati sono quasi orizzontali. Dopo la stratificazione continua ondulata con prevalente pendenza verso est fino a S. Agata Feltria.

---

(1) F. SACCO. — Loco cit., p. 378.

Forse questo fatto o fatti analoghi confortarono il Sacco nella errata opinione, in cui tuttora persiste, che le *argille scagliose* stiano alla base della formazione arenaceo-marnosa e che rappresentino il Cretaceo. Era questa, del resto, anche l'opinione dello Scarabelli; ma tale opinione non regge nè dinanzi all'analisi dei particolari locali, nè dinanzi alle deduzioni sintetiche del rilevamento geologico in grande scala della Toscana, dell'Umbria, delle Marche ecc.

Basta esaminare la carta stessa del Sacco fra il Monte Fumaiolo e Pieve S. Stefano per convincersi come sia poco attendibile il riferimento delle *argille scagliose* al Cretaceo e quindi la loro sottoposizione alla formazione arenaceo-marnosa eocenica. La zona delle *argille scagliose*, che attraversa la valle del Tevere presso Valsavignone, separa, come fu detto più sopra, i calcari marnosi ad *Helminthoida* dalla sottostante formazione arenaceo-marnosa. Nella carta del Sacco compariscono infatti queste rocce, riferite al Cretaceo, in diversi punti e sempre a contatto fra una zona calcarea ed una arenaceo-marnosa, ambedue eoceniche. Siccome anche secondo il Sacco questo terreno cretaceo fa seguito con continuità all'Eocene (1) bisognerebbe dire che sullo stesso terreno cretaceo si son depositate a brevissima distanza due formazioni litologicamente tanto diverse. Ma ancora più strano e di difficile spiegazione sarebbe il fatto che quasi tutte le numerose placche mioceniche di questa regione appenninica si trovano, anche secondo la carta del Sacco, posate sulle *argille scagliose*. Ciò è naturale che sia se la formazione delle *argille scagliose* al tempo del deposito miocenico costituiva la coperta del terreno arenaceo-marnoso eocenico, ma non si spiegherebbe, altro che per una fortuita coincidenza, se le *argille scagliose* fossero state da questo ricoperte. In tal caso bisognerebbe ammettere o che il Miocene non cuoprì mai il terreno eocenico di questa regione appenninica o che, per uno strano fenomeno, dei residui della sua denudazione rimanessero quasi esclusivamente quelli posati sul Cretaceo.

---

(1) Loco cit.

Del resto *contra factum non datur argumentum* ed il fatto positivo, evidente e generale si è che il terreno delle *argille scagliose* è sovrapposto alla formazione arenaceo-marnosa eocenica e che in più luoghi racchiude strati con nummuliti dell'Eocene superiore.

Zona delle argille scagliose, ag. — Sotto la denominazione di zona delle argille scagliose viene compresa una complessa serie di rocce ag (Tav. I) fra loro ben distinte ma così strettamente collegate da formare un insieme nettamente individuato e caratteristico. Sono scisti argillosi a colori rossigni, verdi e grigi intercalati da straterelli sottili di calcari rossi manganesiferi; di calcari verdastri con spalmature argillose dello stesso colore, lucide, untuose al tatto; di arenaria e di brecciole calcaree nummulitiche. Questo insieme di rocce in parte impermeabili, in parte permeabili alle acque, quando trovansi in forti declivi, cogli strati pendenti nel senso della superficie del suolo, danno luogo a frane talmente frequenti da rendere il terreno delle *argille scagliose* sinonimo di *terreno franoso.*

In tutto il lato NE del gruppo del Fumaiolo, nel lato ovest in tutta l'area del bacino del Poggio e a sud in quello di Colorio queste *argille scagliose* sono in frana (v. Carta geol. Tav. I).

Lenti, talvolta di notevole estensione e potenza, come quelle di Senatello, del Ronco di Mauro e del Poggio Biancarda, segnate sulla carta e nelle sezioni (Tav. I), di calcare marnoso cm grigio giallastro o grigio palombino, sono intercalate fra le *argille scagliose*, dividendo queste in zone sovrapposte ed interrompendone le frane a guisa di enormi briglie, specialmente quando gli strati del calcare son disposti a *reggi-poggio*, come si dice sui luoghi, cioè pendenti verso il monte.

Quando questa formazione ag, che non ha generalmente una potenza superiore a 200 m., trovasi compresa fra due terreni solidi, in posizione verticale o fortemente inclinata, ed esposta agli agenti atmosferici in sezione trasversale, perde la qualità di terreno franoso e la qualifica di *argille scagliose*, prendendo il nome generico di *scisti galestrini* e *calcari argillosi varicolori.*

Tettonica locale. — Nei dintorni del Monte Fumaiolo questa formazione **ag** costituisce l'imbasamento immediato della massa miocenica circuendola con una striscia poco estesa in larghezza nei lati NE e SO ma molto ampia negli altri, protendendosi nel Monte Comero, verso NO, e nelle alture del Poggio dei Tre Vescovi e del Monte Loggio, verso SE.

La disposizione tettonica di questo terreno e della formazione **am** sottostanti alla massa miocenica del Monte Fumaiolo è a fondo di battello, come nota anche il Sacco e come indicano le due sezioni incrociate A–B e C–D della Tav. I, il quale, prolungato a NO e a SE, viene a formare una zona sinclinale di 6 o 7 km. di larghezza e 20 e più di lunghezza coll'asse diretto da SE a NO, cioè secondo le direttrici tettoniche di questo tratto dell'Appennino, e a soli 7 o 8 km. dal suo asse di anticlinale. Fra quest'anticlinale e la sinclinale del Monte Fumaiolo interponesi prima un' altra piccola ondulazione sinclinale che svolgesi, in direzione, fra Pratieghi e Montecoronaro, poi una, anche più piccola, ma più accentuata, piega anticlinale che tra Falera e Castelvecchio svolgesi quasi tangente alla massa miocenica.

Alla sinclinale del Monte Fumaiolo succede verso oriente la stretta e raddrizzata anticlinale che viene accennata nella estremità NE della sezione C–D e che nei pressi del Monte Fumaiolo è modellata soltanto nella formazione arenaceo-marnosa **am**. Ad essa fa seguito, sempre verso oriente, una nuova, ampia sinclinale, complicata da ondulazioni e sempre sviluppata nella formazione **am**, dentro la quale, alla distanza di circa 10 km. dalla precedente, ricomparisce la zona delle *argille scagliose*, notevolmente estesa tra Pennabilli e Mercato Saraceno. Su questa formazione **ag**, oltre ai lembi tortoniani, si adagiano i terreni della serie gessoso-solfifera di Perticara, Sapigno, Borello ecc., i quali si estendono quasi fino al piede delle colline adriatiche.

Tortoniano, **k**, **ar**. — Le alture del gruppo del Monte Fumaiolo sono costituite, come fu detto, da rocce che, pei fossili che racchiudono e per l'analogia con quelle della Verna e del Monte Titano, sono da riferirsi al Tortoniano.

Queste rocce riposano direttamente, e apparentemente in concordanza, sulle *argille scagliose* e, a cominciare dal basso, constano di un banco, grosso circa 200 m., di calcare zoogenico **k** che alla base impasta dei frammenti angolosi delle sottostanti *argille scagliose*. Questo calcare brecciato può osservarsi un pò dappertutto, ma specialmente fra Poggio de' Pratoni e il Monticino a nord (v. Carta geol. Tav. I) e meglio ancora presso la sorgente del Senatello. Il calcare è massiccio per qualche diecina di metri, diviene poi granulare e stratificato e passa finalmente ad arenaria calcarea in strati sottili. Ad essa fa seguito con perfetta concordanza e continuità una arenaria mista di granuli calcarei e silicei, pur essa sottilmente stratificata e poi un'arenaria decisamente quarzosa in grossi banchi. Quest'ultima, disfatta alla superfice dagli agenti atmosferici, dette luogo alla formazione di un potente coltrone sabbioso che ricuopre il tutto.

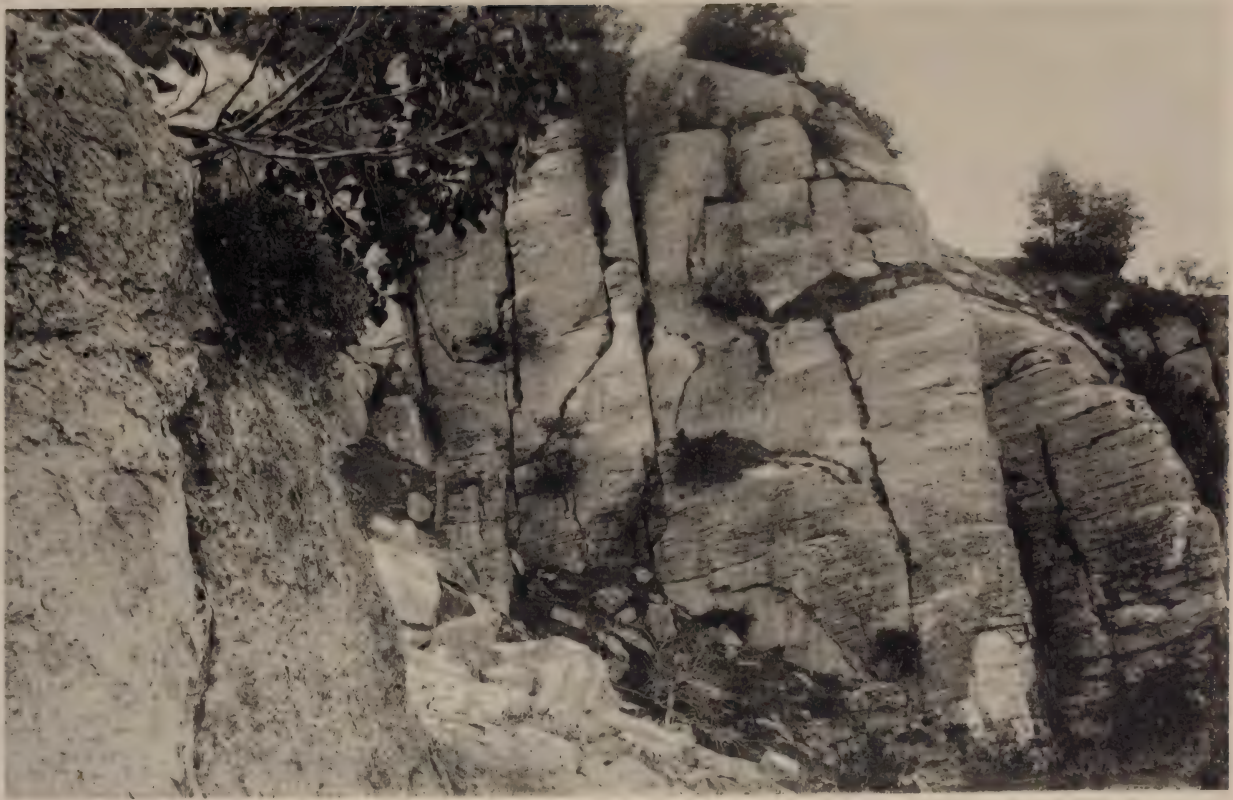
L'arenaria calcareo-silicea, l'arenaria silicea e la sabbia sono comprese sulla carta geologica, Tav. I, sotto la sigla **ar**.

Il calcare zoogenico compatto o brecciato, il calcare granulare e l'arenaria calcarea, compresi sotto la lettera **k**, sono attraversati in senso verticale da larghe spaccature irregolari che, intersecandosi fra loro normalmente, conferiscono alla roccia una struttura basaltica (Tav. II, fig. 1). Tali spaccature attraversano anche, sebbene in minor grado, gli strati arenacei, calcarei e silicei, come mostrano le sezioni A-B e C-D, giungendo fino alla superficie ove danno luogo al curioso fenomeno degli *inghiottitori* che esamineremo più avanti. Le frequenti e profonde vallecole che solcano questa massa calcareo-arenacea trovansi quasi tutte in corrispondenza delle principali sue fratture.

Un dotto lavoro del Salmojraghi (1) sulla composizione mine-

---

(1) F. SALMOJRAGHI. — *Osserv. mineralogiche sul calcare miocenico di S. Marino (M. Titano)*. (R. C. Istit. Lomb. di sc. e lett., s. 2ª, XXXVI, p. 717. Milano, 1903).



Calcare miocenico presso le Balze

ralogica di queste rocce o, più esattamente, di quelle identiche del Monte Titano e della Verna, mi dispensa da una più particolareggiata loro descrizione e ad esso rinvio il lettore, notando soltanto che egli oltre al quarzo e al feldspato scuoprì in queste rocce una quantità di minerali speciali come i seguenti: glauconite, serpentina, ilmenite, magnetite, epidoto, zircone, staurolite, cloritoide, glaucofane, cianite, tormalina, rutilo, titanite ed altri.

La glauconite e il serpentino sono i più copiosi ed appariscenti e son quelli che stabiliscono uno stretto legame genetico fra le varie rocce di questa formazione dal calcare zoogenico alle arenarie silicee. Alcuni strati dell'arenaria ad elementi grossolani, che si scava presso le Balze lungo la strada di S. Alberigo, presentano questi minerali verdi in frammenti angolosi relativamente grossi.

I calcari massicci zoogenici ed i calcari granulari stratificati **k**, che formano la base della massa miocenica, non fanno, come vedesi dalla carta Tav. I, il giro completo del gruppo del Monte Fumaiolo, ma presentano uno stacco di 8 o 9 km. nel lato SO di esso fra le Balze e la Ripa della Moia, interrotto soltanto da due affioramenti, uno presso il Cotolo, l'altro, piccolissimo, al piede occidentale del Fumaiolo. Questa mancanza di continuità non può essere attribuita che ad una faglia come vien rappresentata nella sezione C–D (Tav. I); faglia forse puramente locale perchè di essa non son visibili le tracce fuori dell'area occupata dal terreno miocenico; può notarsi però che essa trovasi sulla direzione delle linee tettoniche di questo tratto dell'Appennino.

In appoggio della esistenza di questa faglia e contro l'ipotesi, che potrebbe avanzarsi, dell'assottigliamento originario del calcare *k* e conseguente sparizione di esso in questo lato del gruppo, sta il fatto che proprio da questo lato si hanno due estesi lembi di calcare zoogenico, uno tra Montecoronaro e Poggio Mula d'Oro e l'altro presso Seregiacoli, ambedue posati direttamente sulla formazione arenaceo-marnosa **am** (v. Tav. I). Un altro piccolissimo lembo, nelle stesse condizioni e più vicino alla faglia, è quello del Cotolo, come indica anche la sezione C–D, e vi sono poi degli ingenti blocchi di calcare che si trovano nel Poggio della Croce a sud di Falera, oltrepassata la depressione interposta fra il detto abitato e il cimitero, i quali sembrano indicare che un tempo il calcare zoogenico del Cotolo estendevasi fin là.

L'arenaria ar ed il coltrone sabbioso che la ricuopre occupa tutto il resto dell'area ellittica interna del gruppo miocenico e viene direttamente a contatto colle argille scagliose ag in tutto il tratto nel quale manca la fascia calcarea.

Tettonica generale. — Come i terreni eocenici che ne costituiscono l'imbasamento, questa massa calcareo-arenacea miocenica è conformata in bacino, come fu detto, e tale conformazione viene rappresentata nelle due sezioni incrociate A–B, C–D.

Ma ben più importante di quella della massa del Fumaiolo è la tettonica generale, comprensiva, dei vari lembi miocenici sparsi sul dorso e sui due versanti di questo tratto dell'Appennino.

Nel versante tirrenico, oltre alla ingente mole che forma il « crudo sasso » della Verna, numerosi lembi miocenici, piccoli e grandi, compariscono, come dicemmo, sul lato sinistro dell'Arno in Casentino, posati in parte sull'arenaria, in parte sulle *argille scagliose*, in parte sui calcari; molti di essi cuoprono contemporaneamente due di questi terreni diversi. Essi scendono lungo le pendici occidentali del Monte della Verna (Monte Penna) e, giunti in basso, stendonsi sulle colline casentinesi, allineati in una zona diretta da SE a NO, cioè secondo l'asse della sinclinale del Casentino.

Nella Val Tiberina abbiamo veduto che un certo numero di lembi di calcare miocenico sono raggruppati sulla destra del Tevere fin presso al suo letto, a 7 o 8 km. a sud di Pieve S. Stefano e circa 15 a SE della Verna. Come quelli del Casentino sono questi pure distesi sopra un lato di una sinclinale; la sinclinale, cioè, che da Pieve S. Stefano, ove è formata dai calcari marnosi ad *Helminthoida*, dirigesi verso NO e svolgesi poi nella formazione arenaceo-marnosa. Questa sinclinale è perfettamente parallela a quella del Casentino e, come quella, diretta da SE a NO. Fra le due sinclinali è compreso l'anticlinale sul quale è posta la Verna e può dirsi quindi che questi lembi miocenici del Casentino e della Val Tiberina rappresentano i residui d'un'anticlinale di terreno miocenico modellata sopra un'anticlinale di terreni eocenici stata parzialmente erosa.

Non dispongo di dati precisi e di osservazioni sintetiche sulla tettonica dei numerosi ed estesi lembi di questo terreno tortoniano nel versante adriatico, ma dalle osservazioni dello Scarabelli e del Sacco, e da alcune mie proprie, parmi di poter dedurre che anche in questa ampia zona essi seguono approssimativamente le pieghe del sottostante terreno eocenico. Dico approssimativamente perchè è fuori di dubbio che il terreno miocenico formossi dopochè quello eocenico era stato modellato ed in parte emerso e denudato; ciò che è dimostrato dai frammenti delle rocce eoceniche impastate nel calcare tortoniano e dalla giacitura di questo su formazioni eoceniche di diversa natura. E' anche certo però che il mare tortoniano dovette penetrare in alcune grandi valli sinclinali del terreno eocenico lasciandovi i suoi depositi e che questi poi presero parte ai successivi movimenti orogenetici che, accentuando le precedenti pieghe, condussero alla tettonica attuale.

Deviazione dello spartiacque. — Come fu detto in principio lo spartiacque dell' Appennino a SO del Monte Fumaiolo devia dalla direzione generale NO–SE fra l' Alpe di Serra e l'Alpe della Luna, compiendo uno stretto semicircolo di raggio non maggiore di quattro chilometri aperto verso SO. In questo tratto dell'Appennino la linea idrotemnica segue generalmente la direzione delle linee tettoniche, che è quella appunto di NO–SE, ma qui di fronte al Fumaiolo cambia bruscamente di 90° volgendosi verso NE e tagliando quindi ad angolo retto le pieghe dei terreni.

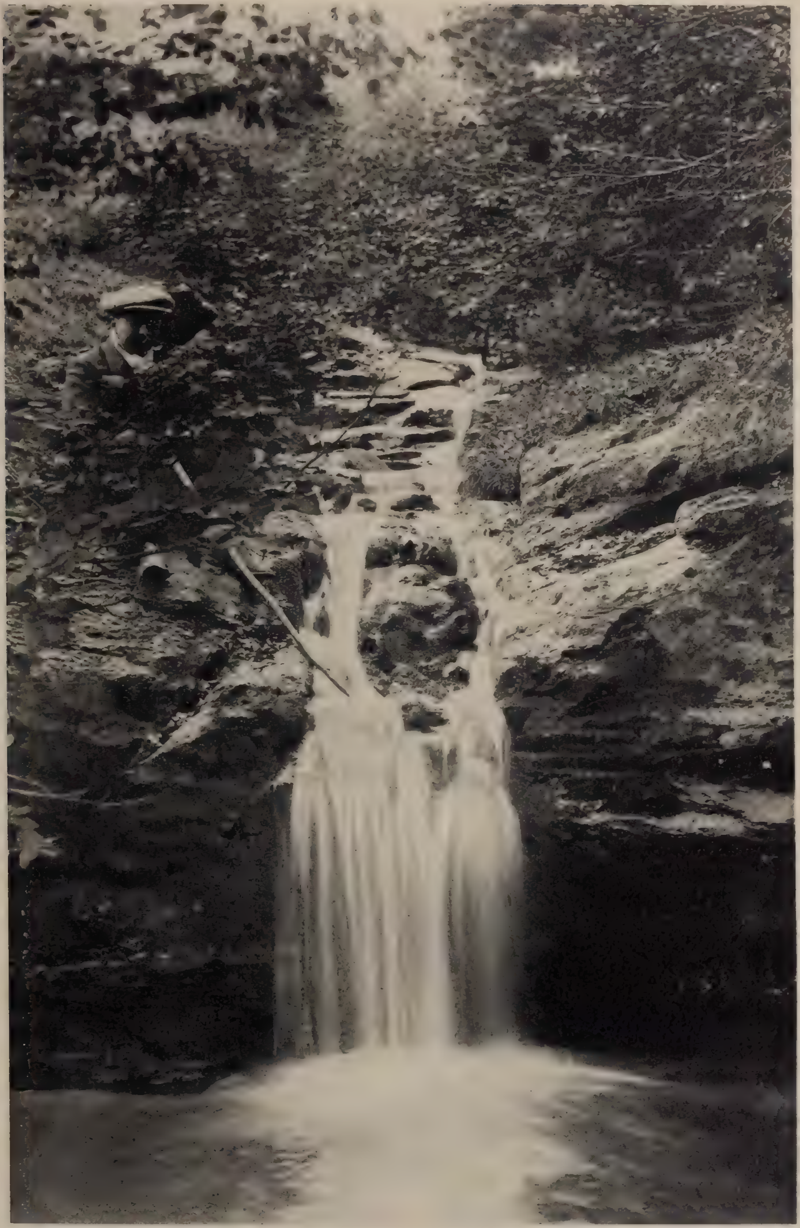
La prosecuzione dello spartiacque si sarebbe dovuta trovare negli speroni del Monte Nero, sulla destra del Tevere, e del Castagnolo sulla sinistra, i quali, presso Valsavignone, sembrano spinti l'uno verso l'altro per formare una sbarra all' alto circo del Tevere limitato dalla detta curva semicircolare dell'attuale spartiacque.

Sembra certo che i due speroni ricordati abbiano un tempo formato una sbarra continua la quale costituiva appunto l'antico spartiacque dell'Appennino. In seguito ad uno squarcio avvenuto in essa, nella zona compresa fra Valsavignone e Fondi Larghi, rappresentato ora da una stretta gola dentro la quale scorre il Tevere per circa quattro chilometri, e forse ad altri due squarci divergenti da Fondi Larghi, uno verso est ed uno verso NNO nei quali scorrono ora i profondi fossi di Colorio e del Rio, incominciò la cattura del Tevere sui corsi d'acqua adriatici Marecchia e Savio.

Questa cattura, iniziatasi in conseguenza degli squarci ora ricordati, dovette esser favorita dalla notevole erodibilità del terreno arenaceo-marnoso am, che domina quasi esclusivo nell'alto circo tiberino, e dalla tettonica di questo terreno che nella zona più elevata del circo era rappresentata dalla sinclinale Pratieghi-Montecoronaro più sopra accennata, parallela e contigua a quella del Monte Fumaiolo e compresa fra questa e l'anticlinale del primitivo spartiacque. La zona depressa di questa sinclinale, dimostrata dai residui di calcare tortoniano di Poggio La Croce, Seregiacoli e Montecoronaro (v. Carta geol. Tav. I), facilitò il cambiamento di direzione del drenaggio superficiale dal versante adriatico a quello tirrenico e l'azione catturatrice del Tevere. Il fiume sacro, che prima muoveva probabilmente il suo corso dalla modesta valle di Bulciano, sulla sua destra attuale, conquistò quindi l'ampio circo a NE dal Monte Fumaiolo.

SORGENTI.

Esaminata la costituzione geologica del Monte Fumaiolo, del suo imbasamento e de' suoi dintorni, passiamo a trattare della sua idrografia sotterranea di gran lunga più importante di quello che finora non sia apparso dalle notizie che ne furon date. Queste infatti si limitarono alle famose Vene del Tevere (Tav. II, fig. 2) che scaturiscono alla quota 1268 poco sotto alla sommità del Monte Fumaiolo, ed alla sorgente del Senatello presso l'abitato omonimo; le prime, di scarsa importanza non avendo che una portata complessiva di mas-



Sorgente del Tevere

sima magra di lit. 4,20 a 1″, inviano le loro acque al Tirreno; la seconda con lit. 42 scende all'Adriatico per mezzo del F. Marecchia.

Ben più numerose però sono le sorgenti che scaturiscono dai fianchi del Monte Fumaiolo (1) e ben maggiore è la complessiva loro erogazione. Esse sono per ordine di portata, oltre le nominate:

La Mula presso Capanne a NNE lit. 16,40 a 1″; La Moia a NO, sotto Ripa della Moia lit. 14,50; La Radice a NNO presso il vocabolo omonimo lit. 8,50; Le Balze a sud, tre sorgenti prossime l'una all'altra presso il villaggio omonimo, colla portata complessiva di lit. 6,90; Altari e Campaccio, due vicine sorgenti a NE nella vallecola delle Scalette lit. 4,50; La Cella a NE presso la località omonima lit. 3,90; Il Fiacco, a nord sotto il Monticino lit. 2,70; finalmente un numeroso gruppo di piccole scaturigini riunite nelle alte vallecole del Faggio Scritto e dei Sette Faggi convergenti al fosso delle Scalette, con una portata complessiva di lit. 1,90 trascurandone altre piccolissime sparse qua e là e di cui non sarebbe possibile la utilizzazione.

Ad eccezione del Senatello e delle Balze che scendono nel Marecchia, le altre sorgenti inviano le loro acque al Savio per mezzo dei tributari Para ed Alfarello.

Secondo queste misurazioni, eseguite a cura della Società Italiana per condotte d'acqua nell'ottobre 1914 (2), sarebbero dunque complessivamente litri 105.50 a 1″ d'acqua potabile di ottima qualità che può somministrare il Monte Fumaiolo; ma questa non è che la portata minima riscontrata in seguito ad un lungo periodo di scarsissime piogge. Infatti nel settembre dell'anno precedente le misurazioni eseguite dalla stessa Società dettero risultati notevolmente differenti essendosi con esse constatata una portata complessiva di litri 168.50.

Si può essere certi adunque che la portata media di massima magra di queste sorgenti dovrà aggirarsi intorno ai 150 litri a secondo, invece dei 45 circa conosciuti finora (3).

---

(1) Vedere la Carta geol. (Tav. I).

(2) Ringrazio qui pubblicamente la spettabile Società per avermi favorito questi dati.

(3) Carta idrografica d'Italia, vol. 26*bis* p. 105, e vol. 36 p. 127 e 128.

Da ciò che abbiamo detto sulla geologia di questo gruppo risulta manifesto che il terreno assorbente è costituito dalla intiera massa miocenica **k** e **ar** e segnatamente dalla parte di essa non coperta dalle sabbie. Il letto di sostegno delle acque assorbite è formato dalle *argille scagliose* **ag**; però alcune sorgenti e precisamente le vene del Tevere, la Cella e quel numeroso gruppo di piccole scaturigini del Faggio Scritto e dei Sette Faggi, hanno il loro corso sotterraneo fra le stesse arenarie **ar** al contatto di strati di diversa permeabilità. Le Vene del Tevere, ad esempio, scaturiscono di sotto uno strato d'arenaria semidisfatta al contatto di un altro strato più compatto che funziona da letto di sostegno.

Anche le sorgenti delle Balze scaturiscono dalle arenarie e precisamente da fratture di un grosso banco d'arenaria silicea, poco o punto permeabile, sovrastante ai calcari che qui alle Balze, come fu notato più sopra, non affiorano; ma non vi è dubbio che le loro acque siano quelle del livello idrostatico del serbatoio che deve esistere al fondo della massa assorbente pel fatto della sua conformazione in bacino (v. sezioni A–B e C–D, Tav. I).

La presenza di questo livello idrostatico, oltrechè per induzione, data la condizione di giacitura della massa assorbente **k**, **ar** sul letto impervio delle *argille scagliose* **ag**, viene dimostrata dal fatto che tutte le sorgenti che ne derivano per trabocco, e che sono di gran lunga le più copiose, scaturiscono tutte ad un livello variabile solo fra 1050 e 1100 m. sul mare ; lieve differenza attribuibile senza dubbio alle difficoltà attuali di fissarne il punto esatto di sbocco dal serbatoio.

Farebbe eccezione alla regola la sorgente Mula che scaturisce alla quota altimetrica 960, ma ciò avviene perchè la sua uscita attuale fu spostata in basso da una piccola faglia, Fig. 1, chiaramente dimostrata da un ampio gradino formatosi nel calcare zoogenico **k** e dal contatto di esso col letto scistoso che dalla quota 960, presso la sorgente, risale immediatamente a quella di 1050 nei due fossi laterali fra i quali è compreso il gradino.

La massa assorbente miocenica del gruppo del Fumaiolo si proietta orizzontalmente, come fu detto in principio, sopra un' area di forma ellittica quasi regolare, cogli assi *a* e *b* rispettivamente di km. 6,5 e 3,5, per cui la sua superficie *S*, calcolata colla formula:

$$S = 0{,}7854 \times a \times b = 0{,}7854 \times 6{,}5 \times 3{,}5$$

risulta eguale a kmq. 17,86. Il rendimento idrico per chilometro quadrato sarebbe dunque, in base alle misurazioni del 1914, di litri 5,90 a 1'', corrispondente cioè al 9,30 per 100 per una pioggia di mm. 2000 e al 12,40 per una di mm. 1500.

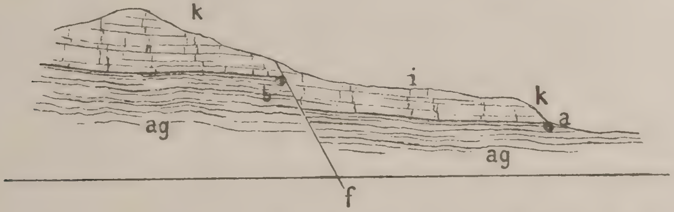


Fig. 1. — *k*, calcare; *ag* argille scagliose; *a* e *b*, sorgenti; *f*, faglia.

Questi coefficienti di assorbimento sarebbero alquanto inferiori a quelli dei terreni poco permeabili, come sono generalmente le arenarie, ma la massa assorbente del Monte Fumaiolo è formata, come fu visto, anche da calcari e quanto alle arenarie esse non sono, come di solito quelle dell'Eocene, alternate da letti scistosi che le rendono poco o punto permeabili; esse sono invece, come i calcari zoogenici sottostanti, piene di fratture per le quali acquistano una permeabilità in grado elevato, tantochè il rendimento della intiera massa dovrebbe esser vicino a quello dei calcari fessurati se non si stendesse su di essa quello spesso coltrone di sabbie di cui fu fatto cenno.

Il rendimento superiore a quello spettante a terreni arenacei poco permeabili potrebbe attribuirsi al fatto che sulla superficie della massa assorbente si manifestano delle cavità imbutiformi, in alcune delle quali, come nella parte alta della valle di S. Alberigo o della Scalette, penetrano le acque di pioggia e quelle delle sorgenti perdendosi nel sottosuolo. Si sarebbe dovuto presumere naturalmente che queste acque producessero un eventuale inquinamento delle sorgenti che traboccano dal serbatoio interno, sottostante al livello idrostatico, e si sarebbero dovuti prendere provvedimenti per evitarlo nel caso della loro utilizzazione come acque potabili. Lo scrivente non crede che tale inquinamento possa verificarsi ed eccone le ragioni.

Questi imbuti inghiottitori hanno di solito il diametro esterno piccolissimo, variabile all'incirca da due a cinque metri, e il maggior numero di essi, una diecina, è situato esattamente sopra una linea quasi retta di circa due chilometri che da SE, un po' a ponente delle vene del Senatello, passando per la pendice occidentale del Monte Aquilone, traversa la valle di S. Alberigo e va, verso NO, in direzione del Monticino (v. Carta geol., Tav. I). Sulla pendice occidentale del Monte Aquilone si osservano tre o quattro di questi imbuti, a quanto pare di recente formazione, distanti una diecina di metri l'uno dall'altro. Essi sono scavati nella sabbia ma raggiungono l'arenaria stratificata in cui appare una spaccatura di ampiezza variabile da 40 o 50 centimetri a circa un metro. Di tale spaccatura vedesi la traccia sul terreno sabbioso lungo l'allineamento rettilineo delle dette cavità imbutiformi.

Questi inghiottitori non possono dirsi pertanto di formazione carsica, come da qualcuno si suppose, perchè non son dovuti a sprofondamento del suolo per franamento di cavità sotterranee prodotte dalla dissoluzione del calcare. Essi sono invece attribuibili alla presenza di spaccature nell'arenaria e alla discesa dentro di esse del materiale sabbioso sciolto che la ricuopre, come avverrebbe in uno strato d'arena posto sopra un piano che avesse delle fessure rettilinee sufficientemente strette per non lasciar cadere per il solo peso la sabbia sovrastante; provocando la penetrazione della sabbia attraverso le fessure, forandola dal disopra del piano e in corrispondenza di esse od anche dal disotto, si produrranno nella sabbia delle cavità imbutiformi analoghe.

Le acque scorrenti alla superficie penetrando in questi inghiottitori vi trasportano la sabbia ed è quindi naturale che le spaccature che ad essi corrispondono siano ripiene di questo materiale e che, per conseguenza, le acque che vi transitano per centinaia di metri giungano al livello idrostatico perfettamente filtrate.

Nei calcari il fenomeno è alquanto diverso ed il pericolo di inquinamento delle sorgenti di gran lunga maggiore. Le spaccature dei calcari tendono continuamente ad allargarsi per soluzione della roccia e le acque pluviali che scorrono alla superficie generalmente non portano in esse detriti di sorta; quindi tali spaccature rimangono aperte. Invece nelle arenarie in genere ed in queste del Fumaiolo in specie le fratture restano quali sono ed inoltre sono generalmente ripiene di materiale filtrante.

La presenza di questi inghiottitori non può dunque ingenerare il sospetto di eventuale inquinamento delle acque e le analisi chimiche e batteriologiche ne hanno infatti constatata la purezza.

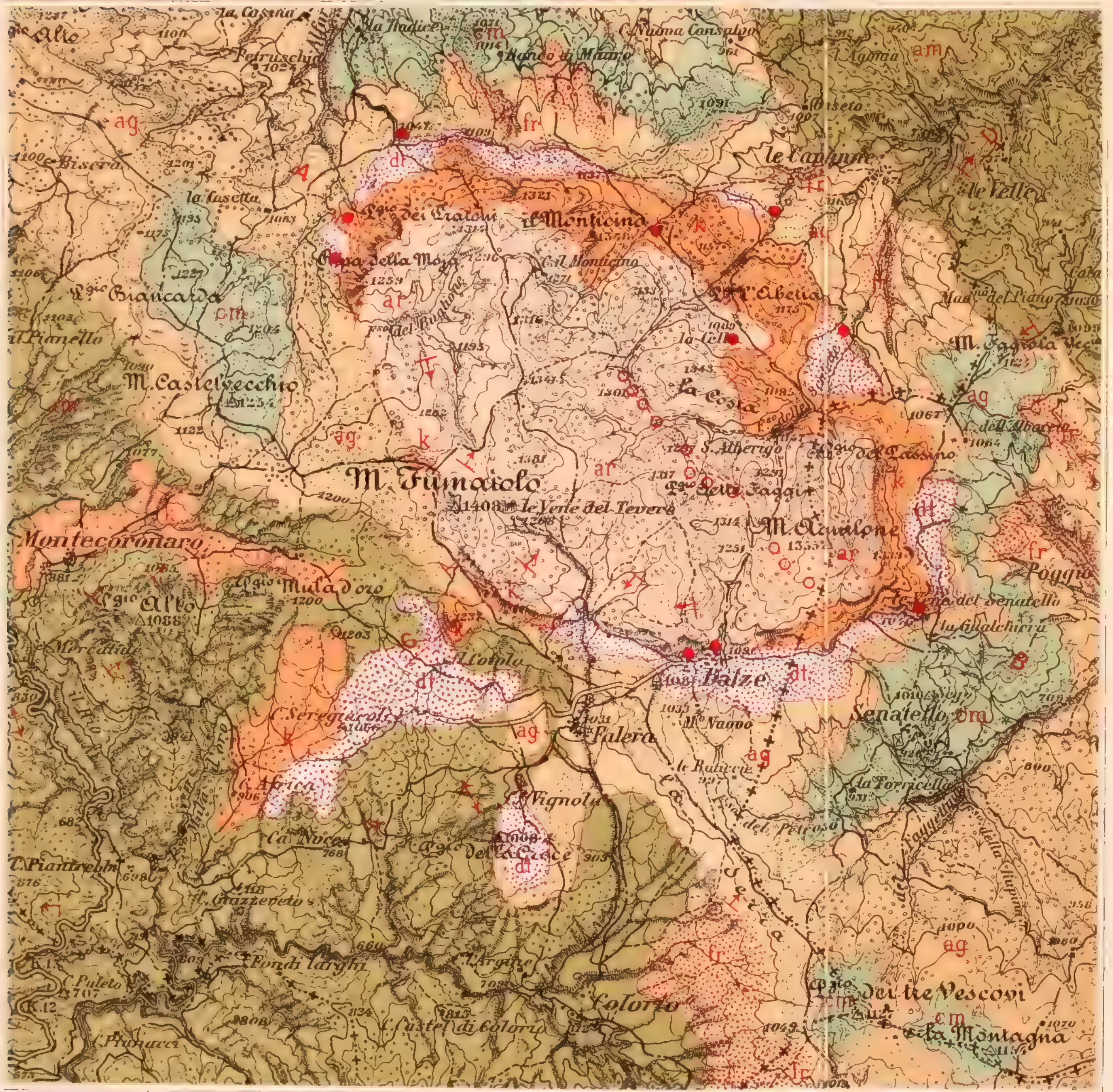
Pare del resto accertato che le varie sorgenti del gruppo del Fumaiolo in occasione di piogge mai abbiano dato segno d'intorbidamento ed in proposito devo all'egregio ing. B. Londei della Società Italiana per condotte d'acqua le seguenti notizie:

Durante un periodo di piogge dirotte, veri nubifragi, avvenuti nella prima quindicina del decorso ottobre mentre egli trovavasi alle Balze, si potè verificare lo stato delle varie sorgenti ottenendo per risultato che tutte si mantennero chiare ad eccezione di due: una delle tre sorgenti, vicine fra loro, delle Balze e precisamente quella che alimenta il pubblico lavatoio, e quella del Campaccio a NE presso il fosso delle Scalette. Egli dice che l'intorbidamento, piuttosto accentuato, della prima in seguito a piogge dirotte era già noto e che probabilmente è dovuto ad infiltrazione da un fossetto che passa a monte della sorgente stessa lateralmente alla strada per S. Alberigo. Infatti le altre due sorgenti, benchè vicinissime, non si mostrarono affatto intorbidate. Riguardo alla sorgente del Campaccio osserva l'ing. Londei che il suo leggero intorbidamento debba attribuirsi al fatto che essa scaturisce da una massa detritica, come indica la carta geologica Tav. I, ed a valle della confluenza del fosso delle Scalette coll'altro fosso che scende fra il Monte Aquilone e il Poggio del Passino.

Le torbide di questi torrentelli penetranti nel detrito non possono quindi non avere influenza sulle acque della sorgente scorrenti sotto la massa detritica.

— CARTA GEOLOGICA DEL GRUPPO DEL MONTE FUMAIOLO —

SCALA DI 1: 50.000


M. Fumaiolo
1408
le Vene del Tevere
M. Aquilone
Balze
Montecoronaro
M. Castelvecchio
il Monticino
la Costa
Senatello
Falera
Colorio
la Montagna
ag
ar
k
dt
fr
cm
am
A
B
C
D

A Aureli dis

Leggenda

Recente

dt ▨ *Detriti.*

Miocene

ar ▭ *Arenarie silicee e calcaree a glauconia.*

k ▭ *Calcari zoogenici.*

Eocene

fr ▨ *Argille scagliose in frana.*

ag ▭ *Scisti argillosi con strati calcarei ed arenacei (argille scagliose).*

cm *Calcari marnosi in lenti intercalate.*

am ▭ *Arenarie e marne in strati alternanti*

○ Cavità imbutiformi (inghiottitoi

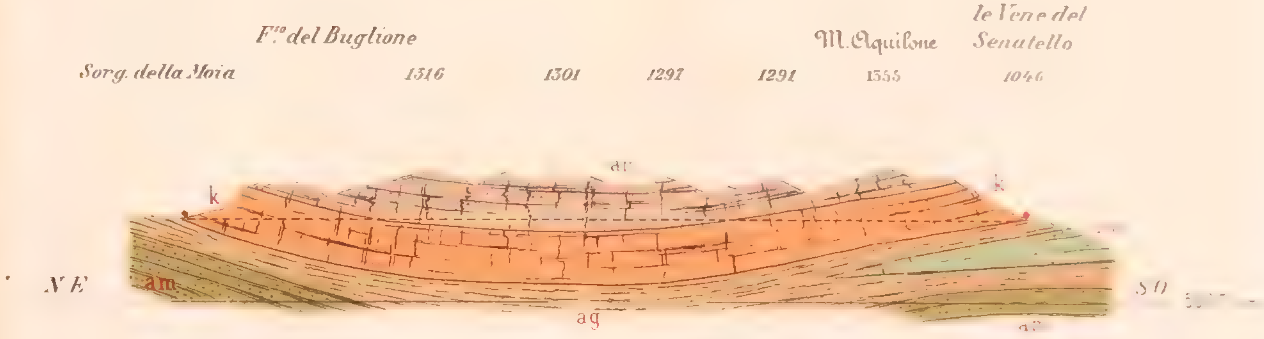
● Sorgenti d'acqua potabile

Inclinazione degli strati

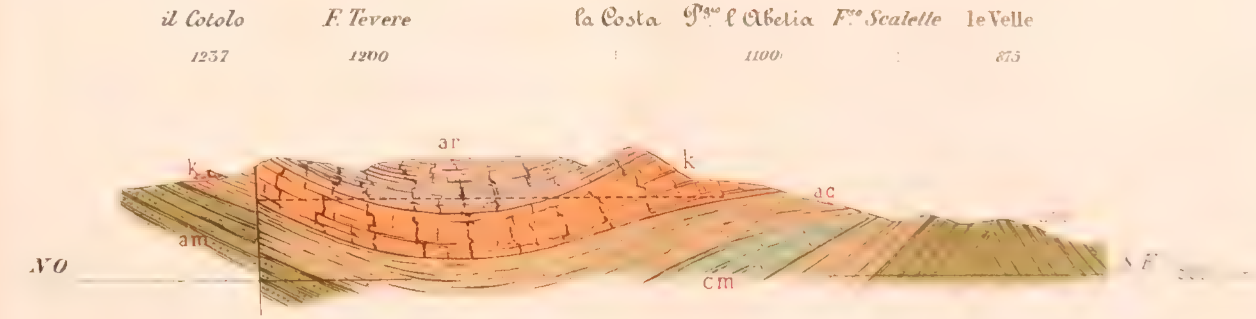
↕ Strati orizzontali.

---- Livello idrostatico

SEZIONE A-B


F.te del Buglione
M. Aquilone
le Vene del Senatello
Sorg. della Moia
1316
1301
1297
1291
1355
1046
ar
k
k
N E
am
ag
S O

SEZIONE C-D


il Cotolo
F. Tevere
la Costa
P.gio l'Abetia
F.te Scalette
le Velle
1237
1200
1100
875
ar
k
k
ac
am
cm
N O
S E

II.

VITTORIO NOVARESE

IL QUATERNARIO IN VAL D'AOSTA
e nelle valli del Canavese

PARTE III. (1)

Gli Stadii Postwürmiani.

Se per Postwürmiano s'intende il periodo in cui il grande ghiacciaio valdostano, dopo la costruzione dell'anfiteatro d'Ivrea, compì la sua ritirata definitiva fino ai ghiacciai dell'attualità, la valle d'Aosta può dirsi il regno del Postwürmiano. In essa le morene veramente würmiane sono poco estese ed in numero non molto maggiore di quelle enumerate nella rassegna fattane per determinare l'altezza massima raggiunta dal ghiacciaio. E' postwürmiana la quasi totalità del morenico che tappezza i fianchi e colma talora il fondo della valle al disotto di questa massima altezza, al pari di tutto il morenico al disopra dei 2000 m., quota del limite climatico würmiano delle nevi perpetue. Ed altrettanto quanto nella principale sono sviluppate le morene nelle valli secondarie, molte delle quali, non ostante simile epiteto, sono per dimensioni comparabili alle valli del Canavese descritte nella prima parte del presente lavoro, le superano talora di gran lunga per l'importanza delle cime, e sono, non meno di quelle, degne di esame, tanto più che in esse taluni fatti appaiono con maggior chiarezza che non nella principale.

---

(1) Vedi Parte I, Boll. R. Com. Geol., vol. XLII, 1911, fasc. 4° pag. 251, e Parte II, ibidem, vol. XLIV, 1913-14, fasc. 3°, pag. 203.

La distribuzione topografica di questa enorme estensione di morenico è data dalla Carta geologica, ma a cagione della scala al 100.000 che non consente in una carta generale suddivisioni di ordine così minuto, non risultano da essa i rapporti cronologici fra le diverse porzioni di questo terreno deposte successivamente durante il periodo di ritirata, rapporti per lo più ovvii e che è superfluo mettere in evidenza nel caso di una valle semplice, ma la cui conoscenza diventa indispensabile quando si vogliano confrontare fra loro i singoli rami di una grande valle complessa.

L'abbondanza dei depositi non giova certo ad un pronto orientamento, e se l'evidenza di parecchi apparati terminali scaglionati lungo talune valli alpine, suggerì agli autori più antichi l'idea di stazioni più o meno prolungate della fronte dei ghiacciai quaternarii durante la fase di ritirata, il concetto che le più evidenti e cospicue di queste soste fossero dovute a cause climatiche generali e non a ragioni locali, e corrispondessero quindi a degli stadii, le cui tracce devono ritrovarsi in tutto il sistema alpino, è relativamente recente. Nella prima parte di questo lavoro ho già descritto nelle valli dell'Orco e della Soana alcuni apparati morenici appartenenti ad uno stesso stadio, piuttosto antico. La valle d'Aosta, circondata dalle supreme vette del Sistema, mostra completa la serie degli stadii, così nella valle maggiore come nelle tributarie, serie che concorda con quella stabilita dal Brückner e dal Penck nelle Alpi orientali.

Stadii e soste.

Il ritiro dei ghiacciai dopo il Würmiano si è compiuto mediante una serie di oscillazioni di varia grandezza, alternative di ritiro e di avanzamento, talune semplici soste, dovute a cicli climatici minori od anche a circostanze topografiche locali, altre invece corrispondenti a cause di ordine più generale e degne quindi del nome di stadii. Soste e stadii sono rivelati dai depositi lasciati. Però, siccome la costruzione e più ancora la conservazione di una morena è legata sempre ad un complesso di circostanze topografiche che debbono essere accuratamente esaminate caso per caso, assai diverso è il valore di tali depositi come indizio della fase del ghiacciaio nel tempo in cui li lasciò. A prima vista parrebbe che uno degli elementi più utili per determinare le stazioni di ritirata fossero i terrazzi, dovuti a morene laterali, così numerosi e spesso scaglionati con grande evidenza sui fianchi della valle. Tuttavia nessun carattere intrinseco specifico distingue la morena laterale costrutta durante una sosta da quella di uno stadio: meno di ogni altro il volume: basta citare l'esempio che ho già illustrato, della relativa scarsità entro valle delle morene würmiane, che pure corrispondono a tutto un periodo, per provarlo.

Ciò che veramente rivela uno stadio è il volume dell'apparato frontale, quando riuscì a conservarsi in tutto od in parte, e siccome la probabilità di una tale conservazione è maggiore nelle valli secondarie, spesso in queste si trovano gl' indizi più sicuri. Solo dopo accertato il carattere stadiale di un apparato terminale o dei suoi avanzi, si può ricercare il terrazzo corrispondente e giovarsene come verifica e controllo.

Modo di ritirata dei ghiacci nella valle.

Nelle considerazioni topografiche premesse alla parte seconda ho rilevato come il grande ghiacciaio polisintetico della Dora Baltea potesse in ultima analisi dividersi in due porzioni ben distinte, e cioè in un vasto circo superiore di raccolta, formato dal complesso di valli convergenti nel bacino di Aosta, che ne formava in certo modo il collettore o serbatojo, ed in un emissario fra il circo e la pianura, poderosa corrente maestra che nel tragitto riceveva ancora un certo numero di affluenti laterali, fra cui taluni cospicui, ma sempre decisamente subordinati.

La ritirata che produsse la scomparsa del grande ghiacciaio augustano dovette in conseguenza compiersi in due periodi di carattere diverso.

Nel primo, fra la pianura ed il bacino centrale, ossia nella valle inferiore, il ghiacciaio va semplicemente accorciandosi e perdendo successivamente i suoi tributari pure in ritirata. Nel secondo periodo, svoltosi dentro il circo di raccolta, il ghiacciaio maestro scompare perchè si risolve nelle tre grandi correnti distinte nella parte II, che alla loro volta ritraendosi dentro ai rispettivi bacini si suddividono via via e scompaiono fino a non lasciare che gli attuali residui.

Da ciò la divisione, agli scopi del nostro studio, della valle in due sezioni: l'inferiore, da Ivrea allo sbocco del bacino centrale a Villefranche, e la superiore a monte, che abbraccia il ventaglio di valli convergenti ad Aosta.

Nella Valle d'Aosta si riconoscono tre stadii ben riconoscibili oltre una grande oscillazione della fronte, che li ha preceduti. Distinguerò nel seguito gli stadii coi numeri d'ordine I, II, III a partire dal più antico, ed anche rispettivamente coi nomi di *Chambave*, *Aymaville* e *Courmayeur* da tre paesi nella valle principale posti colà dove si osservano avanzi ben conservati dei corrispondenti anfiteatri stadiali. Avverto fin d'ora, e lo dimostrerò nel seguito, che sebbene questi tre anfiteatri siano nella valle principale, non sono dovuti allo stesso ghiacciaio, ma a ghiacciai diversi.

E' verosimile che i tre stadii della Valle d'Aosta corrispondano a quelli di Bühl (β), di Gschnitz (γ) e di Daun (δ), di Brückner e Penck, come l'oscillazione corrisponde a quella di Achen (α). Ciò sia detto di passaggio perchè dell'argomento di questa equivalenza mi occuperò più diffusamente nel capitolo delle conclusioni.

CAPO I.

La valle inferiore.

VALLE PRINCIPALE.

Rispetto al carattere delle tracce glaciali postwürmiane l'intiera valle principale si divide in due tronchi ben distinti; uno corrispondente al primo terzo della valle intiera a partire da Ivrea, nel quale sono scarsi i depositi morenici più bassi delle terrazze würmiane e sviluppatissimi invece gli arrotondamenti; ed un altro che abbraccia i rimanenti due terzi con depositi morenici vistosissimi ed arrotondamenti subordinati.

A partire dal cordone Perosa Strambino, il più interno degli archi frontali nell'anfiteatro terminale, risalendo il corso della Dora, non si trova più, nè sul fondo della valle, sebbene generalmente largo da 1 a 2 km., nè al piede dei suoi fianchi, alcun deposito morenico fino a Verrès, sopra una lunghezza cioè di circa 38 km. Anche dove spuntano presso al fiume affioramenti rocciosi, come ad Ivrea, a Monte Buono presso Borgofranco, a Bard, e non si può ritenere che le alluvioni recenti mascherino depositi più antichi, non vi sono morene di qualche entità, ma soltanto piccoli lembi di morene di fondo o materiale erratico sporadico. Soltanto a monte di Verrès cominciano a comparire sui fianchi, a sinistra in ispecie, imponenti ammassi morenici, i quali 7 km. più a monte, oltre Montjovet, occupano anche il fondo e continuano in tal modo, alternando con lacune, fino a Courmayeur ed alle morene attuali.

Questa differenza così evidente fra i due tronchi della valle suggerisce l'idea di un brusco cambiamento di regime del ghiacciaio nel suo movimento di regresso, e di un rallentamento o di una sosta durante la ritirata. Così almeno l'hanno interpretata gli autori più antichi; il Bruno per esempio, nel suo lavoro già citato parla di una ritirata « quasi istantanea » fino a St. Vincent (1).

Un' osservazione più attenta mostra però che non mancano sui fianchi del primo tratto di valle lembi morenici a varia altezza, prova di un ritiro graduale. Tali sono le morene di Alpe Le Cou e di Echalogne verso i 1400 m., sulla sinistra, che ho indicato nel profilo longitudinale del ghiacciaio; le due morene di Courtil e di Retempio, descritte dal Mattirolo, a quote corrispondenti ai due lati dello sbocco della valle di Champorcher, che scendono fino a 1200 m.

Un' altra serie di terrazzi a livello inferiore di questo si disegna più in basso verso i 900 m. presso Pont St. Martin, a Prasignore e Cappella della Grangia sopra Every. Esistono quindi segni di un ritiro per lo meno a sbalzi, il quale ha lasciato poche tracce unicamente perchè le ripidi pareti rocciose non hanno permesso la costruzione di ammassi detritici stabili.

---

(1) Bruno L. — Loc. cit. pag. 325.

Ciò di cui manca veramente ogni indizio si è di un apparato frontale qualsiasi, e bisogna ammettere o la sua distruzione completa o la sua totale assenza fin dall'origine.

Nè quando a Verrès appaiono le prime morene in basso, queste corrispondono ad un arresto prolungato del ghiacciaio paragonabile ad uno stadio quale lo si intende nella moderna cronologia glaciale, ma sono dovute piuttosto a cause locali, principalmente topografiche.

Per interpretare i fenomeni glaciali postwürmiani del tratto di valle fra Châtillon e Verrès, conviene tenere ben presenti due circostanze topografiche che hanno esercitato sul regime del ghiacciaio la più grande influenza.

In primo luogo, in quel tratto, la valle scendendo, muta bruscamente direzione da W-E in N-S, in modo da opporre il suo fianco sinistro normalmente al procedere del ghiacciaio. In secondo luogo essa è sbarrata dalla diga rocciosa coronata dal Castello di Montjovet (615 m.) causa di un brusco salto di più di 200 m. di altezza sul piano di Verrès (386 m.). La Dora ha tagliato questa diga per tutta la sua altezza nel celebre orrido, largo in qualche punto non più di 2 m., che incomincia al Pont des Chèvres, ma il cuneo di ghiaccio che poteva insinuarsi in questa stretta forra, dato esistesse già nel Würmiano, era assolutamente insignificante rispetto alla massa totale del ghiacciaio, che per ciò, fra il bacino di St. Vincent-Chatillon e quello di Verrès, veniva col suo fondo a precipitare di 200 m. effettivi.

Nel Würmiano questo salto di Montjovet non ha esercitato alcuna influenza sul livello superiore del ghiacciaio, e difatti le sue tracce si mantengono al disopra della quota di 1600 dal bacino di Aosta fino alla sezione che ho chiamato di San Grato. Nel vastissimo serbatoio glaciale di potenza superiore ai 1300 m., le differenze di livello del fondo non erano più avvertibili di quel che non siano quelle analoghe dei nostri grandi laghi alpini. Di più, per la grande altezza del ghiaccio, il cambiamento di direzione del filone si compiva molto più ad E di Montjovet perchè, come ho già avvertito, il ghiacciaio würmiano invadeva tutta la bassa valle di Challant e si spingeva fino a molto in alto nella comba di Dondeuil.

Ma coll'abbassarsi dei ghiacci la cresta Keckhorn-Monte St. Gilles (976) emerse, contenendone il movimento, ed il brusco salto di 200 m. di Montjovet incominciò a far sentire la sua influenza. E' il concorso di questi due fattori topografici che ha determinato essenzialmente quel magnifico sviluppo di morenico che la carta mostra sui due lati della valle da Verrès in sù. In questo morenico si incomincia a disegnare qualche terrazzo ben definito che può seguirsi sopra lunghi tratti, indizio sicuro di una sosta; ed a monte di Montjovet, nella conca di Châtillon si trovano i segni di un'altra stazione più lunga ossia di un primo vero stadio, nei cordoni morenici frontali e negli altri terreni che descriverò in appresso.

La sosta di Verrès.

La sosta, che sarebbe la più antica ed anche la meno prolungata delle due stazioni ora accennate, è rivelata specialmente da terrazze. Sulla destra vediamo sul fianco del Monte Barbeston, alle case Etrop, fra 1300 e 1091 m., disegnarsi un terrazzo morenico, continuare a Bellecombe e Perry, e giungere a Rodoz, fra 1150 e 1000 m., sullo spigolo che scende dal Monte Liane. Da questo punto incomincia a scendere più sensibilmente mostrandosi a S del Monte Ouille, a Gettaz e Case Bergers a 900 m. ed a 650 alle case Goaz. Il ripiano su cui sta Champ-de-Praz è probabilmente l'estremo lembo conservato di questo terrazzo di destra.

Sulla sinistra il terreno assai più irregolarmente accidentato, ma meno scosceso ha fatto sviluppare sopra una più ampia superficie le morene, al piede della diruta parete occidentale della cresta fra la Testa di Comagna ed il Monte St. Gilles, in modo da formare i terrazzi digradanti da Eresa (1166) (Emarese) per Ciampeja piana, Arlea Molignon ed i laghi della Villa di Challant, dai 1200 fino agli 800 m., e da coprire di morene tutte le pendici sottostanti fino al fondo della valle ora popolata da villaggi e fiorente di colture.

Se un arco frontale ha esistito, esso doveva stare all'incirca alla altezza di Verrès, ma non ne è rimasta altra traccia all'infuori dei lembi di C. Fava e C. Mure sulla destra della Dora; altri ne potrebbero però esistere sotto le alluvioni.

Tuttavia tutto il complesso morenico se ha una grande estensione orizzontale, per cui è sulla carta molto appariscente, non si presenta mai in massa così poderosa da potersi da esso argomentare una lunga stazione, uno stadio vero e proprio, ma può essere piuttosto interpretato come dovuto ad una o più delle molte soste nel periodo di ritiro. E' facile persuadersene esaminando le valli dell'Evançon e del Chalame (Champ de Praz) che sboccano nella Dora quasi di fronte l'una all'altra appunto dove il ghiacciaio nella stazione di Verrès avrebbe avuto il suo termine. Nella valle dell'Evançon, invasa nel Würmiano dal ghiacciaio maestro almeno fino al capoluogo di Challant St. Anselme, tutto il fondo di valle, dal piede del Monte di Graine (alla quota 1200 m.) in giù, è coperto da un denso ammanto morenico abbandonato certamente in buona parte dal ghiacciaio maestro, dopo il suo distacco da quello dell'Evançon. La valle del Rio Chalame o di Champ de Praz è invece, ad 1 km. circa a monte del suo sbocco, ostruita da una enorme massa morenica potente fino a 500 m. e che s'interna nella valle coi visibilissimi ripiani di Fussè (1210), Barbustè, e Chevrère (1307). Questa morena, causa colle sue frane, del disastroso cono di deiezione di Champ de Praz, è stata anch'essa deposta dopo il distacco del ghiacciaio maestro da quello della valle del Chalame, forse per opera di entrambi i ghiacciai, ma certo precipuamente dal maggiore. Le due quote press'a poco uguali di 1200-1300 m. a cui giunge il morenico principale nelle due valli prospettanti proprio nella sezione di Verrès, indicano che il ghiacciaio maestro ha fatto una sosta ben altrimenti importante quando giungeva ancora colla superficie a tal quota, ed aveva per ciò una potenza di 800 m. circa, senza che si abbia traccia dell'apparato frontale corrispondente, che avrebbe dovuto essere molto più a valle.

Non si deve perciò interpretare il complesso morenico di Verrès altrimenti che come opera di una sosta, e per ciò un semplice episodio subordinato della ritirata del ghiacciaio, dovuto più che altro alla influenza del salto di Montjovet.

L'oscillazione di Châtillon.

A monte della stretta di Montjovet si stende il bacino di Châtillon, lungo da 5 a 6 km. e circondato da un complesso morenico più modesto assai che non quello così esteso testè descritto, ma molto più importante per la storia del ghiacciaio.

Questo secondo complesso morenico, che vedremo essere la parte inferiore o più esterna di un apparato frontale, sta tutto al disotto della quota 700-750 m. Sulla destra della Dora esso comincia visibilmente colle morene di Ussel e Taxard; ma ciò che meglio lo caratterizza è un cordone laterale ben definito, deposto alquanto più ad Est a mezza costa, in modo da originare sul fianco del monte una curiosa fossa, sul culmine del qual cordone, verso la quota di 650, si svolge per più centinaia di metri la mulattiera dal Pont des Chèvres a Bellecombe. Questo cordone continua alquanto più ad E nel breve ripiano di Champseterut, già insinuato nella gola rocciosa di Montjovet, e che giunge fino a 500 m.

Di fronte a questo ripiano, sul fianco opposto della gola, ne sta un altro ad altezza uguale, che la strada provinciale percorre fra il km. 40 e 41, e che, risalendo la valle, si allarga nelle collinette che fiancheggiano la strada dal ponte di Cillan fino a Saint Vincent e Châtillon, coperto talora dai piccoli coni di deiezione dei torrentelli che solcano la faccia meridionale dello Zerbion.

Appartengono pure a questo apparato inferiore i lembi morenici nelle vicinanze di Feilley e Perral ad E della provinciale, precisamente nel tratto dal 40 al 41 km., sul fianco sinistro della gola di Montjovet.

Il fatto però più notevole di questo apparato si è che esso non è deposto unicamente sulle rocce costituenti la valle, ma, parzialmente, sopra un terreno di trasporto pure quaternario ma più antico, e non di origine direttamente glaciale, sul quale debbo intrattenermi perchè ha grande importanza per lo studio del Quaternario della valle.

Il bacino di Châtillon è limitato a valle dalla soglia rocciosa di Montjovet alta fino a 615 m. come ho detto ripetutamente; a monte dal promontorio roccioso del Cret de Breil potentemente arrotondato dal ghiacciaio e che si eleva fino a 530 m. circa. La Dora però attraversa il bacino ad una quota notevolmente più bassa; difatti presso le sue rive, ma più in alto, sorgono la stazione di St. Vincent a 434 m., e quella di Châtillon a 452.

Il fiume entra nella conca ad una quota sotto il Cret di Breil di circa 430 m., per uscirne a 395 m. al ponte di Montjovet (400 m.).

La grande conca è tutta scavata nella roccia ma è riempita fino ai 500 m. circa, da una formazione stratificata di origine alluvionale composta di ghiaia, sabbia e limo. A monte, verso Châtillon, predominano le ghiaie in banchi, contenenti lenti di sabbia e dovute così alla Dora come al Marmore, il torrente della Valtournanche; a valle, verso St. Vincent i sedimenti diventano più fini e si hanno sabbie grige sottilmente stratificate, e nelle parti profonde, masse di finissimo limo glaciale di deposizione evidentemente lacustre. Una di queste fu incontrata nel 1883 da una galleria nel tronco di ferrovia allora in costruzione, fra St. Vincent e Châtillon, ed oppose colla fluidità sua tale difficoltà all'avanzamento, che si giudicò più economico deviare per un tratto la linea. Si vede tuttora a N della ferrovia l'imbocco della galleria abbandonata.

Questi sedimenti di origine fluviale e lacustre si estendono anche alla parte superiore della gola di Montjovet dove stanno sotto ai lembi di morenico che ho testè descritto. Anzi presso al chilometro 40, non lungi dal villaggio di Perral si osservano di fianco alla strada, verso W, delle cave di sabbia che offrono un profilo molto istruttivo ed eloquente. In una di esse (fig. 1) sopra il fondo roccioso sta una massa di sabbia grigia finissima a stratificazione parallela discordante (struttura deltina) che viene superiormente a contatto con una tipica morena di fondo a ciottoletti discoidali, dispersi dentro una specie di marna sabbiosa potente mezzo metro, la quale è separata dalla sabbia da una superficie di contatto estremamente irregolare, come mostra la figura.

In una cava dieci metri piu a valle, formata da un pozzo profondo otto metri, fra la morena di fondo e la sabbia grigia è intercalato un piccolo strato di ghiaia, a conferma dell'origine fluviatile del deposito inferiore.

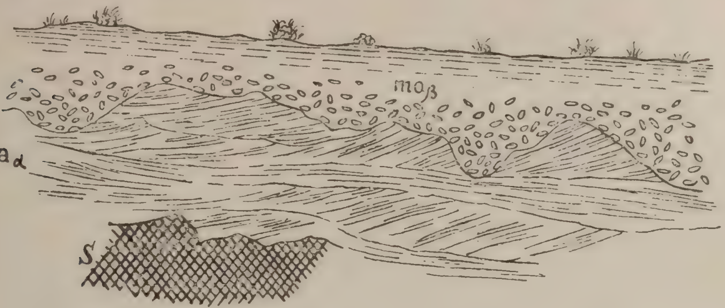


Fig. 1. — Sezione di una cava di sabbia fra il 40° ed il 41° Km. della strada provinciale della Valle d'Aosta (fra Montjovet e St. Vincent).

mo_β = morena di fondo dello stadio di Chambave.

a_α = sabbie grigie finissime con stratificazione deltina, dell'oscillazione di Châtillon.

S = roccia in posto (serpentina).

Dentro la conca questi depositi sono stati incisi e terrazzati (fig. 2) tanto dalla Dora quanto dal Marmore, il qual torrente anzi, nella valletta così escavata nelle alluvioni antiche, ha costrutto un secondo cono di deiezione più piccolo e piatto, già conquistato dalla coltivazione, e su cui è pure costrutta la stazione di Châtillon. Alquanto più ad ovest, addossato alle rupi di Cret de Breil sta ancora un lembo dell' antico riempimento alluvionale terrazzato, costituito da ghiaie stratificate, che mostrano chiaramente la loro origine.

Siamo adunque in presenza di un terreno preglaciale od interglaciale, il quale fu deposto quando la conca era libera di ghiacci, e che è stato ricoperto da questi durante una espansione. Il profilo presso il km. 40 non lascia alcun dubbio sopra questo punto. Il dubbio può sollevarsi solo intorno all'età del deposito. La morena di fondo

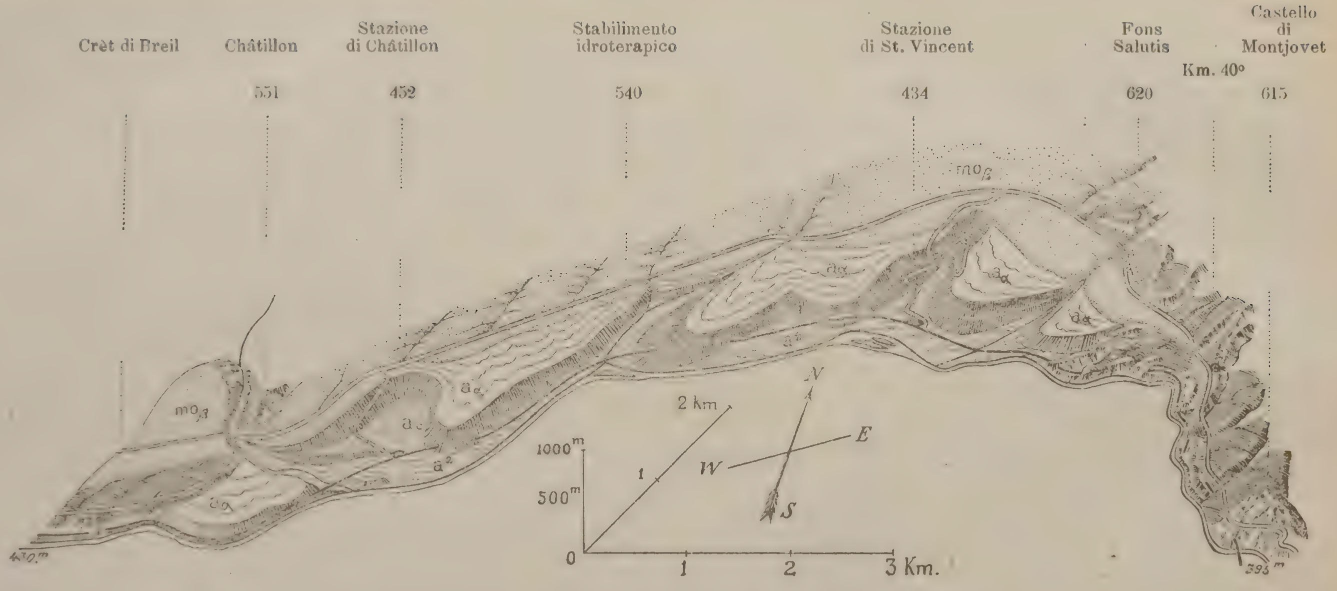

Crèt di Breil
Châtillon
551
Stazione di Châtillon
452
Stabilimento idroterapico
540
Stazione di St. Vincent
434
Fons Salutis
620
Km. 40°
Castello di Montjovet
615
mo_β
a_α
a_c
a^2
430.m
393 m
1000m
500m
0
1
2 km
1
2
3 Km.
N
E
W
S

Fig. 2. — Veduta in prospettiva parallela del fianco sinistro della conca di Châtillon.

a^2 = alluvioni recenti della Dora.

a_c = cono di dejezione terrazzato recente del Marmore.

mo_β = morene laterali e frontali dello stadio di Chambave.

a_α = riempimento alluvionale terrazzato, deposto nella conca durante l'oscillazione di Châtillon.

che si osserva nel profilo è würmiana o postwürmiana? O per meglio dire fu deposta dal ghiacciaio würmiano, od è dovuta invece ad una espansione del ghiacciaio durante una sosta nel suo moto di ritirata?

Un argomento assolutamente decisivo per rispondere a questa domanda non è finora noto, ma si può fare una congettura molto verosimile. E' improbabile che il poderoso ghiacciaio abbia rispettato il debole deposito di sabbia rappresentato in profilo e quello molto più importante che riempiva la conca, senza lasciare almeno traccia della sua pressione disordinandone gli strati. E' assai più verosimile che dopo il ritiro del ghiacciaio würmiano a monte di Châtillon, la conca lasciata vuota, abbia formato uno o più laghi, rapidamente colmati dalle alluvioni della Dora e del Marmore, mentre la stretta di Montjovet era ostruita nella sua parte superiore dalle morene abbandonate nella ritirata e forse non ancora incisa in quella strettissima inferiore. Dopo questa deposizione che aveva livellato la valle fino a 500 m. circa di altezza, il ghiacciaio che si era arretrato più a monte non solo sostò nella sua ritirata ma tornò ad avanzare, e nella fase massima di tale stadio, invase di nuovo la conca fino alla soglia di Montjovet, deponendo il cordone costituente l'apparato che ho descritto, di Châtillon, Ussel, St. Vincent.

Si capisce che fra le rupi della stretta la lingua estrema del ghiacciaio, di debole potenza e scarsa velocità non abbia potuto asportare i depositi fluviatili chiusi negli anfratti, e li abbia semplicemente coperti colle sue morene. Il terrazzamento fu compiuto in un periodo successivo, quando la Dora sgombrò dai materiali accumulati la forra, ed incise più profondamente il suo letto nella roccia.

Il Bruno è stato finora l'unico autore che si sia occupato in particolar modo del Quaternario del bacino di Châtillon (1) notando come vi appaiono terreni di età diversa. Però, non ostante la evidenza della loro origine, per i preconcetti allora regnanti intorno all'era glaciale, ha interpretato i terreni sedimentarii come alternanze di morena superficiale e morena profonda, ed ha attribuito l'apparato morenico minore al ghiacciaio della Valtournanche che sarebbe sceso nella valle principale dopo la ritirata del maestro.

---

(1) Bruno, l. c., pag. 324-26.

Come dirò più avanti, quando la fronte del ghiacciaio maestro si arrestò poco sopra Châtillon, quella del tributario si trovava verso Antey; ma se il Bruno errò in questo caso concreto, ebbe il merito di riconoscere la sovrapposizione di un morenico recente ad un terreno quaternario più antico e di intuire la possibilità che nella valle principale scendesse un ghiacciaio tributario dopo che il maestro non vi era più, caso verificatosi in uno stadio successivo nella sezione superiore della Valle d'Aosta.

Lo stadio di Chambave.

In presenza del fatto rivelato dalla conca di Châtillon di una notevole ritirata del ghiacciaio maestro, durante la quale si è potuto colmare un bacino lacustre, e di un successivo avanzamento, è impossibile non pensare subito all'oscillazione di Achen ed allo stadio di Bühl di Brückner e Penck, e senza soffermarmi per ora ad indagare se sussista pure la corrispondenza cronologica, è innegabile che ci troviamo di fronte ad un caso perfettamente analogo.

L'oscillazione si è certamente compiuta fra il bacino di Aosta e Châtillon.

Nel tratto fra Villefranche e Montjovet il morenico è abbondantissimo così sulle pendici più basse come sul fondo valle; anzi in molti luoghi la Dora scorre addirittura sulle morene, come già riconobbe il Bruno. A giudicare dalle masse maggiori di morenico la fronte, dopo la sua escursione massima in avanti fin sotto Montjovet, dovette rimanere lungamente stazionaria in vicinanza di Chambave, a monte del qual paese, non ostante gli immensi coni di deiezione, si riconosce ancora nella pianura ben livellata di quota appena superiore ai 500 m., che risale fino a Nus, l'interno colmato dell'anfiteatro frontale. Il complesso viene ad avere una lunghezza da 10 a 11 km., con larghezza massima di 3 km. circa, ed una forma notevolmente allungata che è d'altronde comune a tutti questi apparati entro valle, nei quali l'espansione del ghiacciaio era limitata in larghezza, e consentita solo nel senso longitudinale.

Questo che ha lasciato le sue tracce fra Montjovet e Chambave con morene laterali che salgono sui fianchi fino a Villefranche ed oltre, è il primo stadio riconoscibile con certezza del ghiacciaio maestro, e per distinguerlo da quelli successivi lo chiamerò I o di *Chambave*. Ed è anche l'unico che il ghiacciaio maestro abbia avuto, perchè negli stadii posteriori, che si trovano nella valle superiore, esso si era già smembrato nei suoi tre elementi principali.

Nello stadio di Chambave la lunghezza del ghiacciaio maestro, a partire da Mazzè, era diminuita di oltre 60 km. (64 a Chambave), vale a dire si era ridotta a metà, e la sua superficie di ablazione ad $^1/_4$ circa. Convien ricordare però che sussistevano ancora nelle tributarie diventate indipendenti come le valli della Lys, dell'Evançon, e Valtournanche, dei ghiacciai cospicui che prima erano parte del maestro nonchè numerosissimi ghiacciai minori che da affluenti diventavano autonomi, e si avviavano gradatamente alla loro totale scomparsa; perciò la riduzione di superficie glaciale è effettivamente minore.

La fronte, tenuto conto della avvenuta demolizione della parte di mezzo della morena frontale per opera della Dora, doveva finire intorno alla quota di 700 m., vale a dire si era innalzata di circa 400 m. rispetto al Würmiano.

Sarebbe però ripetere l'errore del Gastaldi se da questa differenza di livello si volesse dedurre l'innalzamento della linea nivale fra il Würmiano ed il primo stadio. V'ha però modo di fare una determinazione indiretta molto interessante, che rivela anche di quanto si fosse già abbassato il livello del ghiacciaio nella valle superiore, mediante la morena del I stadio di un ghiacciaio minore, che nel Würmiano era affluente del ghiacciaio del Buthier poco a monte di Aosta. Sulla pendice occidentale del Mt. Mary sopra Aosta, v' ha la valletta di Parlea (Parleaz della Carta al 100.000), nella quale si trova, alla quota di 1200 m. circa, un piccolo ma conservatissimo apparato frontale, deposto dal ghiacciaio che scendeva dal circo fra il Mt. Mary (2875) e la Becca di Vlou (2856), limitato da una cresta la cui altezza media è all'incirca 2800 m. Questo apparato, com'è ovvio, può essere stato deposto soltanto dopo che il livello del ghiacciaio del Buthier, che nel Würmiano giungeva a 1650-1700 m., si era abbassato di tanto da lasciare libero campo al ghiacciaio di Parlea, diventato indipendente, di costruirlo, vale a dire era sceso sotto ai 1200 m., cioè di 450-500 m. circa almeno. Più in alto, nella stessa valletta, presso l'Alpe di Vlou, v'ha un altro apparato glaciale dello stadio successivo, verso i 2000-2100 m. Il limite orografico delle nevi nel valloncino esposto verso SE, durante lo stadio di Chambave non poteva essere molto lontano dai 2500 m. perchè dovevano esservi almeno un 300 metri di intervallo di quota fra la linea nivale e la cresta terminale del circo per raccogliere tanta neve da poter mandare la lingua estrema del ghiacciaio fino alla quota di 1200.

Attualmente in tutta la catena che termina al Mt. Mary non v'ha, sul versante di mezzogiorno, alcun ghiacciaio che scenda da vette al disotto dei 3300 m. (P.ta di Cian 3355), vale a dire di poco meno elevato è ora il limite orografico delle nevi perpetue. Dallo stadio di Chambave si è quindi innalzato almeno di 800 m. Traducendo questa cifra in limite climatico avremo, sapendo che il limite attuale è di circa 3200 nelle Pennine, una quota di 2400 m. circa per quello corrispondente allo stadio di Chambave.

Da questo dato possiamo dedurre che un elevarsi della linea nivale di soli 400 m. ha ridotto il ghiacciaio maestro a metà lunghezza ed a meno di ¼ di superficie, riduzione dovuta tanto alla diminuzione della superficie d'alimentazione propria, quanto e principalmente al distacco degli innumerevoli affluenti grandi e piccoli che lo ingrossavano.

CAPO II.

Le tributarie della valle inferiore.

Un problema che si presenta subito nello studio del Postwürmiano è di sapere come siano variati i rapporti fra il ghiacciaio maestro ed i tributarii durante il periodo di regresso. Possono verificarsi, e si sono realmente verificati, due casi: il distacco del tributario dal maestro prima che la fronte di questo arretrandosi avesse raggiunto la confluenza, e la discesa o per meglio dire la permanenza nella valle principale della fronte del tributario mentre la fronte del principale si era stabilita più a monte indipendentemente da questa. I due casi si sono avverati a seconda non solo dell'importanza di ciascuna valle tributaria, ma ancora della vicinanza maggiore o minore alla principale del rispettivo bacino di raccolta e dell'altitudine media di questo, nonchè di un complesso di altre circostanze di orientazione, abbondanza di precipitazioni, ecc., non sempre tutte sicuramente apprezzabili.

Ultraescavazione e valli pensili.

Come criterio generale, per giudicare se siasi verificato piuttosto l'uno che l'altro caso, giova tener presente che tutte le valli tributarie rispetto alla principale sono pensili, vale a dire il loro fondo è sopraelevato più o meno considerevolmente rispetto a quello di quest'ultima. Tutte le valli laterali finiscono ora in strette gole a pareti quasi verticali, più o meno lunghe e che per lo più incominciano a quote superiori di più centinaia di metri a quelle della confluenza del torrente rispettivo nella Dora. Tali sono le gole della Lys, dell'Evançon, delle Marmore, della Grand' Eyva, della Savara, della Dora di Rhêmes, della Grisanche, del torrente della Thuile, ecc. La stessa valle del Buthier, sebbene in minor grado di tutte, presenta una simile configurazione.

L'estremo opposto è rappresentato dalla valle di Saint Barthelemy, in cui la gola, quantunque abbia origine molto addentro nella valle, allo sbocco è ancora relativamente così poco approfondita che il torrente precipita in cascata da un'alta parete.

La valle màggiore è per conseguenza ultrascavata rispetto alle sue tributarie, e da ciò risulta che nel Würmiano i ghiacciai affluenti erano sensibilmente meno potenti del maestro, ed assai più brevi che non le corrispondenti valli attuali, invase nella loro parte inferiore più o meno dal poderoso ghiacciaio principale largo da 6 a 7 km. Perciò in parecchie valli conviene distinguere fra il morenico proprio e quello insinuatovi dal ghiacciaio maestro, quando per l'avvenuto distacco del tributario da quest'ultimo, rimase fra i due uno spazio libero sopra cui entrambi lasciarono le loro morene.

Le valli minori di destra.

La distribuzione ed i caratteri del morenico nelle tre valli di Champorcher, del Chalame o di.Champ de Praz, e di Fenis, comprese in quelle che si dicono di solito le valli minori della Baltea, danno preziose indicazioni intorno al modo di ritirata del ghiacciaio nella valle maestra inferiore.

Le due prime fra queste valli sono già state nominate in precedenza ; le esaminerò ora successivamente tutte.

Le tre valli hanno comuni le testate ed in certo modo irradiano da levante a tramontana, dallo stesso gruppo di monti fra la Tersiva e la Rosa dei Banchi.

L'elevazione del gruppo è relativamente modesta perchè supera, e non di molto, i 3000 m. in alcuni picchi isolati ; solo la superba piramide solitaria della Tersiva fa eccezione, spingendosi fino a 3512 m. Non ostante questa modesta altezza media, il gruppo alberga tuttora una diecina fra ghiacciai e nevati persistenti, tutti annidati nei valloni rivolti a settentrione, scendenti dalla Tersiva, dal M.te Glacier e dalla Rosa dei Banchi. In questi ghiacciai il limite orografico delle nevi persistenti non supera certo i 2800 m., come ho già detto accadere nei ghiacciai anche più piccoli della Becca di Vlou e del M.te Torchè.

Champorcher. — Nel Würmiano dal gruppo scendevano lungo le valli nominate e giungevano fino al maestro tre ghiacciai. Il maggiore, quello di Champorcher, iniziò già durante il Würmiano ai due lati della sua confluenza col maestro, la costruzione delle due morene di Coutil e di Retempio.

Come ha rilevato il Mattirolo, che le descrisse (1), la morena di Coutil è una morena incidente tipica nella quale predominano gli elementi della valle maggiore, mentre in quella di Retempio gli elementi sono essenzialmente di quella di Champorcher.

Durante un periodo non breve dopo l'inizio della ritirata, i due ghiacciai pure abbassando gradatamente il loro livello ma senza disgiungersi, continuarono ad accrescere le due morene citate che scendono assai in basso. Ma all'infuori di esse, nel tratto inferiore di valle fino allo sbocco ad Hône, non si osserva più alcuna massa di morenico abbastanza importante da interpretarsi come un apparato frontale dovuto ad una stazione prolungata, oppure come una morena insinuata dal ghiacciaio della valle principale, che indubbiamente ne avrebbe costrutta una, se il ghiacciaio tributario si fosse presto staccato e ritirato più a monte nella propria valle. Ciò significa che i due ghiacciai rimasero lungamente uniti abbassandosi insieme, e si staccarono relativamente tardi, quando il moto di ritirata era diventato tanto rapido da non permettere la costruzione di notevoli morene.

Chalame. — La valle di Chalame, 10 km. sopra Hône, sbocca a monte della strozzatura di San Grato, già nominata nella seconda parte, che ha cagionato un notevole rigurgito nel ghiacciaio, e ne ha perciò rallentato la discesa dal livello superiore ai 1600 m. raggiunto nel Würmiano. Il regresso del tributario, che aveva un bacino di raccolta di più modesta altezza che non i due adiacenti, fu più rapido dell'abbassamento del maestro, e questo trovò perciò spazio per costruire l'imponente morena insinuata di cui ho già parlato a proposito della sosta di Verrès, e che giunge fino a 1300 m. a Chevrère.

---

(1) E. Mattirolo. — *Rel. sul ril. geol. eseguito nel 1897 nella Valle di Champorcher.* Boll. d. R. C. Geol. 1899, n. 2, pag. 21.

Clavalité. — La terza valle è quella di Fenis o di Clavalité che chiusa dal circo più elevato fra la Tersiva ed il M.te Glacier, è tutta rivolta verso N, mentre le altre due sono aperte verso levante e perciò meglio esposte. Il bellissimo piano di Clavalité, antico lago colmato a poco più di 1500 m. di quota, lungo oltre un chilometro e mezzo, è sicuro indizio di una prolungata stazione del tributario dopo il suo distacco dal ghiacciaio maestro. Il lago è dovuto allo sbarramento formato dalla grande morena sul cui ciglio superiore, verso i 1520 m., stanno le case di Robbio ed al cui piede le Alpi Fontana.

E' facile dimostrare che questa è una morena stadiale della fronte del tributario e non una morena insinuata dal maestro. La sua quota massima di 1500 m. circa, esclude che sia würmiana, perchè in tal periodo il maestro superava i 1650 m. Non può neppure essere stata insinuata in una sosta di poco posteriore al Würmiano, perchè è impossibile che il ghiacciaio tributario di una valle con elevazione tanto cospicua e di lunghezza non eccessiva si sia staccato così presto dal maestro: basta ricordare il ghiacciaio di Parlea tanto minore, scendente dal M.te Mary (2875 m.) e che toccava al suo limite inferiore i 1200 m. nello stadio di Chambave. Quello di Clavalité è quindi certamente un apparato stadiale. Per conoscere a quale stadio appartenga dobbiamo cercare la quota della linea nivale corrispondente.

Siccome l'elevazione media del circo terminale che comprende punte come la Tersiva (3512), il Glacier (3186) e qualche altro picco minore come il Rafrè ed il Delaz, è molto vicina ai 3000 m., data la sua esposizione settentrionale perfetta, è probabile che la linea nivale del ghiacciaio che scendeva fino a 1500 m. non fosse al disotto dei 2400-2500 m., congettura che è confermata dalle quote raggiunte dalle grandi masse moreniche laterali della Gran Bella Lana (2316) e la Piccola Bella Lana (2246).

Tale quota però è appena di 400 m. più bassa dell'attuale limite orografico delle nevi perpetue nella valle, prossimo ai 2800 m. Il limite climatico è certamente più elevato perchè tutti i valloni del gruppo non esposti a N, sono senza ghiacciai, ma probabilmente non giunge fino ai 3150 m. calcolati per il vicino gruppo del Gran Paradiso. Comunque, il limite climatico delle nevi quando il ghiacciaio giungeva fino a Robbio, non poteva essere al disotto dell'attuale di più di 600 metri o 700 al massimo, e perciò aveva già compiuta la metà dell'ascensione dal Würmiano all'Attuale che è di 1200 m. Lo stadio corrispondente è quindi posteriore a quello di Chambave, nel quale il maestro aveva la fronte poco a valle di Fenis dove sbocca il tributario.

L' apparato di Clavalité appartiene perciò al II stadio o di Aymaville. Il distacco del ghiacciaio di Fenis dal maestro dovette avvenire dopo lo stadio di Chambave, perchè nella valle non v'ha traccia di un anfiteatro inferiore a quello di Clavalité, ma solo un modesto ammanto morenico che tappezza con poche lacune il fondo valle da Barche fino alle Alpi Fontana al piede della grande morena di Robbio.

Le grandi valli di sinistra.

VAL DELLA LYS.

Ho già detto nella II Parte come il ghiacciaio maestro penetrasse profondamente nella valle dell'Evançon e lasciasse tracce di sè perfino nel vallone di Dondeuil. Il profilo longitudinale del ghiacciaio würmiano (fig. 2 della II Parte) mostra com'esso in corrispondenza di Val della Lys giungesse certamente oltre la quota di 1400 m., ed a prova di ciò stanno le morene del Plan de Chenally (1442), Prà Pian (1476) e Plan Commarial (1450) sopra Lillianes, sulla sinistra della valle, in posizione tale da non potere essere dovute che al ghiacciaio maestro, od a quello tributario della Lys, vicinissimo però alla confluenza.

Il maestro invadeva dunque necessariamente tutto il bacino di Pont St. Martin e si addentrava profondamente in Val della Lys, nella quale le morene würmiane dell'eventuale tributario vanno perciò ricercate tutte al disopra dei 1450–1500 m.

Però a monte delle morene ora nominate, le quali sono a valle della sezione di Fontainemore, scarseggiano le tracce moreniche, e quelle poche sono piuttosto attribuibili ai piccoli ghiacciai laterali, tutti poco importanti, che non al ghiacciaio del Lys.

Per trovare un ammasso morenico con caratteri di apparato frontale bisogna risalire fino a Gressoney-la-Trinitè, oltre la quota 1600. Quest'apparato però corrisponde all'ultimo e più recente degli stadii postwürmiani, a quello di Courmayeur. Mancano o non sono più riconoscibili gli altri due.

Già il Baretti ha notato questa povertà di morenico nella valle di Gressoney (1) e l'attribuì a scarso apporto glaciale per essere durante il Quaternario il circo terminale, tuttora occupato dal ghiacciaio di primo ordine della Lys, totalmente coperto dalle nevi e senza spuntoni rocciosi. Una tale spiegazione non regge perchè la valle, dal Lyskamm a Fontainemore, ha 32 km. di lunghezza e se anche il suo circo terminale fosse stato totalmente sepolto sotto una calotta di neve, i fianchi avrebbero sempre dato un notevole contributo alle morene.

Più plausibile sarebbe l'attribuire la scarsità del morenico antico alla sua rapida scomparsa in grazia dell'eccessiva ripidezza dei monti che cingono la valle, stretto corridoio chiuso fra due giogaie molto scoscese.

Però è impossibile il non rilevare l'analogia in molte sue caratteristiche della Val Lys colla Val Soana, di cui nella I parte ho già descritto la notevole povertà di morenico. Entrambe sono dirette da N a S, e, specialmente nel tronco inferiore, anguste ed a fianchi ripidissimi. Se la Val Soana a settentrione si espande e ramifica in modo da abbracciare un vastissimo circo, non raggiunge però altezze considerevoli, mentre la valle della Lys, se termina con un circo ristretto, compensa questa deficenza colla straordinaria elevazione delle cime (4532 m. al Lyskamm). Tenuto conto delle analogie e delle equivalenze non pare inverosimile che il ghiacciaio della Lys si sia comportato come quello della Soana, o, se si è congiunto col maestro, la riunione è avvenuta piuttosto perchè questo, in grazia della sua poderosa corrente, ha invaso la valle risalendola fino ad incontrare l'estremità inferiore del tributario, anzichè perchè quello abbia potuto per forza propria occuparne tutto il lunghissimo solco.

---

(1) M. Baretti. — *Geol. della prov. di Torino*, pag. 357.

Un confronto fra i ghiacciai attuali del gruppo del Monte Rosa e del Monte Bianco conforta questa ipotesi. Il ghiacciaio della Lys ha attualmente la sua estremità inferiore sopra i 2150 m. (2175 nel settembre 1913 secondo il dott. U. Monterin) (1); nella valle contigua di Ayas il ghiacciaio grande di Verra termina esso pure quasi alla stessa quota (2200) di fianco al lago Bleu. Entrambi sono rivolti direttamente a S. Nel gruppo del Monte Bianco il ghiacciaio della Brenva ha un bacino certo non maggiore dei due sopra nominati, ed una lunghezza quasi uguale a quello della Lys, eppure scende fino a 1500 metri, vale a dire 650 m. più in basso. La sola differenza essenziale fra i due ghiacciai, oltre la diversa distanza dagli orli esterni del Sistema, stà nell'esposizione che è verso SE nella Brenva, ciò che tuttavia non sembra sufficiente a giustificare una differenza così forte fra le quote a cui scendono le fronti rispettive. Ciò è tanto vero che il ghiacciaio di Macugnaga rivolto a N non giunge che a 1800 m. E se si paragonano tutti i ghiacciai dei due gruppi in condizioni analoghe, si trova sempre la stessa notevole differenza nelle quote delle fronti, la quale risponde certamente ad una diversità nel livello delle nevi perpetue che doveva pure verificarsi nel Quaternario e si è manifestata per es. più chiaramente ancora nella Valsesia, nella quale i ghiacciai riuscirono ad oltrepassare a mala pena Varallo e non sboccarono nella pianura mentre vi giunsero quelli della più modesta Val d' Orco.

Nella valle della Lys sono anche scarse le tracce di soste di ritirata, poichè non si trovano morene un po' notevoli nel basso della valle se non a monte di Gressoney-la-Trinité. Date le condizioni di altitudine il complesso di morene che stà intorno a questo paese non può essere stato deposto che quando si deponevano quelle alla stessa altezza nelle valli confinanti, e precisamente quelle di St. Jacques d'Ayas che vedremo essere dovute al III stadio, o di Courmayeur.

---

(1) U. Monterin. — *Osservazioni sui ghiacciai del Gruppo del M.te Rosa.* Boll. del Com. glaciologico ital. Roma 1914, Vol. 1, pag. 96.

VALLE DELL'EVANÇON.

La scarsità del morenico di Val della Lys sorprende anche di più quando la si compari colla Valle dell'Evançon, la quale sebbene contigua ed orientata nello stesso modo, forma con essa il più spiccato contrasto.

La valle ha un vasto circo terminale occupato totalmente dai tre grandi ghiacciai di Ventina, di Verra e dei Gemelli e circoscritto da una cresta elevatissima che dal Breithorn al Castore conta cinque punte sopra i 4000 metri. Pur tuttavia questo circo così importante, alimentava nel Würmiano un ghiacciaio che a 20 km. appena dalle origini, all'altezza di Brusson, non può avere avuto una potenza di molto superiore ai 500 metri, perchè riusciva a mala pena a superare il Col di Joux (1638) (1), e ciò non ostante i non piccoli contributi laterali dei valloni di Mascogna e di Cunea. Vale a dire il ghiacciaio non era nemmeno paragonabile a quello di Val d'Orco, che a Pont, a dispetto della quota assai minore, aveva ancora una uguale potenza di 500 metri. A valle di Brusson riceveva il notevole contributo del vasto circo formato dai due valloni di Lavassey e di Frudière e quasi subito dopo, all' altezza all'incirca di Quinçod, si congiungeva col maestro, il quale entrava nella valle dal Col di Keckhorn. La lunghezza totale del ghiacciaio era di 25 a 26 km. dal Breithorn, e la sua potenza di poco superiore ai 600 metri al massimo, come dirò fra breve.

Non ostante quindi l'abbondanza del morenico vi sono anche per questo ghiacciaio, come per quello della Lys, degli indizi di uno sviluppo inferiore a quanto farebbe credere l'imponenza del circo terminale.

---

(1) Nella carta dell'I. G. M. al 50.000 (quadrante di Gressoney) non è indicata l'altitudine del Col di Joux; la quota 1707 si riferisce ad un gruppo di rocce più elevate, a S del valico. La quota 1638 è data dalla *Guida delle Alpi Occ.* di BOBBA e VACCARONE (Torino 1896) senza indicazione di fonte; concorda però, nei limiti dell'approssimazione, colle mie misure barometriche.

Come già dissi, gran parte della valle inferiore dell' Evançon, l'attuale valle di Challant, era sommersa sotto la poderosa fiumana del ghiacciaio maestro. Il morenico locale non può ricercarsi perciò che a monte della parrocchia di Challant S. Anselme (Quinçod). L'unico indizio sicuro di morena laterale würmiana è un piccolo lembo di erratico insinuato nel valloncino di Moula fra 1600 e 1700 metri, sulla sinistra dell'antico ghiacciaio dell'Evançon, ciò che corrisponde ad uno spessore appunto di 550-600 metri, essendo Quinçod a 1050 metri. Altri lembi di morena laterale presumibilmente würmiana si trovano molto più a monte nel terrazzo di Salamon sopra Brusson; nella morena insinuata da Rio Fornolle, che giunge forse a 1800 metri, ed il cui sfacelo dà luogo alla disastrosa alluvione di Estrapiera.

Tutto il resto del morenico di Val d'Evançon è postwürmiano, ed anzi il tratto a monte di Quinçod offre l'esempio, unico in tutta la Val d'Aosta, di una serie di apparati morenici scaglionati lungo la valle e corrispondenti a stazioni successive, che esaminerò partitamente.

E' difficile ricostruire come sia avvenuto il distacco dei due ghiacciai perchè il morenico copre il fondo della Val di Challant sopra tutta la sua lunghezza, da Targnod fino al monticello coronato dai ruderi del Castello di Graine ed alle case stesse di Graine, insinuandosi ancora nella Val Frudière fino alla quota di 1200 m. La piccola pianura di Arceza, fondo di lago colmato, che sta lateralmente alle morene ora accennate può essere una prova che proprio in quel punto è avvenuto il distacco dei due ghiacciai perchè la presenza della lingua inferiore di ghiaccio del tributario che la copriva l' ha preservata dall'essere colmata dalle morene del ghiacciaio maestro, certamente più attivo, e capace di riempire la valle in quel punto assai stretta.

I. — Immediatamente a monte di Arceza incomincia il primo apparato stadiale riconoscibile, quello di Brusson. La piccola pianura di Volon colla quota 1298, è l'interno dell'anfiteatro colmato dalle alluvioni posteriori; l'apparato frontale si estende da Brusson (1331) fino ad Arceza (1150); il cordone laterale ancora ben conservato di un arco frontale forma il dorso di San Valentino fra l'abitato di Brusson e la gola di Ponteilla, che precede Arceza. Può rannodarsi forse a questo stadio, come sua morena laterale assai più a monte l'ampio terrazzo sulla destra della valle, su cui stanno le case di Grana, Chavanne, Carène, ecc., sopra la parrocchia di Ayas (Antagnod), il quale dai 1950 sale fino ai 2250 m., ed è separato da un gradino di roccia da un altro terrazzo inferiore di cui dirò fra poco. Noto però che la mancanza di legame diretto coll'anfiteatro di Brusson può lasciare qualche dubbio se tale morena laterale non possa essere anche würmiana.

Questo stadio in cui il piede del ghiacciaio giungeva a 1300 m., tenuto conto dell'esposizione perfettamente meridionale, lascia supporre una quota della linea climatica verso i 2400–2500 m al massimo, vale a dire un 750 od 850 m. al disotto del limite attuale che è di 3250 m. nel gruppo del Monte Rosa, secondo il Jägerlehner. Si tratta quindi di uno stadio molto antico ed equivalente a quello di Chambave del ghiacciaio maestro.

II. — Il secondo apparato frontale, più evidente, e meglio conservato di quello di Brusson e di tutti gli altri, si trova immediatamente a N di Estrapiera, ma sul lato opposto del torrente. Sul pendìo esterno del cordone frontale più avanzato stà il villaggio di Serva (Selva); l'interno dell'anfiteatro forma il ridente bacino di Periasc (1500). Sul ciglio del cordone frontale a 1550 m. di altezza sorge la cappelletta di S. Martino, presso alla quale sono parecchi laghetti intermorenici colmati (Praz Charbon).

La morena incomincia a valle al piano della Serva (1378) ma dopo il cordone frontale si eleva rapidamente sui fianchi; sulla destra della valle sale ad Ayas (Antagnod) fino a 1710 m., e più a monte ancora forma i bellissimi ripiani di Alpe Messan ed Alpe Varda giungendo con salita dolcissima a 2000 m. o poco più. Al disopra della parte più meridionale di questo terrazzo, sta il terrazzo anteriore già nominato di Grana e Carène. Il fondo dell'anfiteatro è rappresentato dal piccolo piano alluvionale dove sono le borgate di Periasc, Cornu e C. Corbet, fra 1500 e 1450.

La linea nivale corrispondente a questo stadio dev'essere stata da 250 a 300 m. superiore a quella dello stadio precedente, permettendo la forma regolare della valle nel tratto Brusson-Periasc di adottare la regola del Gastaldi.

III. — A monte di Periasc si accenna, ma con molta minore evidenza un nuovo anfiteatro, il cui bacino interno sarebbe quello che sta a monte di Champoluc e giunge fino a Frachay. Oltre questo villaggio si trova la grande morena di San Giacomo d'Ayas costruita alla confluenza dei due valloni di Cortoz e di Verra e collegata da una serie non interrotta di depositi colle morene attuali del grande ghiacciaio di Verra.

La Valtournanche.

La Valtournanche ha un circo terminale anche più grandioso di quello di Ayas, sebbene con elevazione media alquanto minore. Come ho esposto nelle considerazioni topografiche della parte II, nel Würmiano tutti i pianori laterali erano coperti da ghiacci costituenti probabilmente una vasta e continua distesa fino al M.te Mary ed alla Valpelline.

Nel Postwürmiano i ghiacciai dei pianori si staccarono da quello della valle, occupando le singole conche, e sottraendogli fin dallo inizio del periodo i loro contributi; per ciò il ghiacciaio scendente dal circo del Breuil si trovò ridotto in breve alle stesse condizioni degli altri della Lys e specialmente dell'Evançon, ed ebbe analoghe vicende. In Val Tournanche si ha perciò un morenico postwürmiano dei pianori (Antey La-Magdeleine, Torgnon, ecc.) ed un altro della valle, ben distinti fra loro.

La forma della valle al suo sbocco escluse quella profonda penetrazione del ghiacciaio maestro che si verificò per la Lys e più ancora per l'Evançon: e press'a poco lungo la linea che congiunge la Cappella di St. Evence (1668) colle più basse propaggini della cresta occidentale del Zerbion sopra Nissod, i due ghiacciai dovevano nel Würmiano essere ben distinti.

Di tutti i tributari maggiori della valle inferiore, quello di Valtournanche si è staccato dal maestro per ultimo, perchè l' abbassamento di questo diventava più lento man mano che se ne risaliva il corso. Però se ne è dovuto staccare prima che la fronte retrocedesse oltre Châtillon, perchè le prove di un primo stadio nella Valtournanche si hanno a monte dei Grands Moulins (sotto Antey) nelle morene che chiudono il lungo piano torboso di Fiernaz, 6 km. a monte di Châtillon.

Questo apparato stadiale può essere messo in parallelo con quello di Brusson nella valle contigua d' Ayas, e corrisponde allo stadio di Chambave. La quota minima a cui giunse la fronte del ghiacciaio ai Grands Moulins, pur tenendo conto di una parziale demolizione della morena, è al più di 1100 metri, vale a dire di circa 200 metri minore che a Brusson. Questa minore altezza probabilmente devesi all' angustia della Valtournanche inferiore, chiusa fra pareti quasi a picco, che proteggevano meglio il ghiacciaio dall'irradiazione solare, ed in pieno contrasto coll'ampia apertura della Val d'Ayas da Champoluc a Brusson.

Indizii di un'altro stadio corrispondente a quello di Serva ad Ayas si trovano a Paquier, ma poco chiari a cagione delle fortissime accidentalità del terreno.

All' incontro sono evidentissime a monte della Madonna della Guardia, cioè nella parte più alta della valle, dove la topografia è meno tormentata. Un bellissimo apparato morenico cinge il piano del Breuil e di Avouil, e si collega con passaggi graduali alle morene attuali come accade per l'apparato coevo di Champoluc-St. Jacques d'Ayas.

CAPO III.

La valle superiore.

Il Postwürmiano più antico dello stadio di Chambave, salvo quello deposto da ghiacciai di secondo ordine, come quello di Parlea, è rappresentato nella valle superiore soltanto da morene laterali perchè i ghiacciai maggiori confondendosi nel maestro, che si spingeva fino nella valle inferiore, non avevano fronti proprie. In essa per ciò, sotto forma di morene frontali, potremo trovare soltanto le tracce di quegli stadii successivi al primo di cui abbiamo già veduti i segni nelle tributarie della valle inferiore. Nella superiore, continuando la ritirata, dopo la stazione di Chambave non vi fu più il ghiacciaio maestro considerato nell'inferiore, perchè le tre correnti di ghiaccio che lo formavano, per diminuita alimentazione, scemarono di tanto da non potersi più riunire in una sola. Per la minore lunghezza di ciascuna delle tre correnti, esse, pur giungendo colle estremità fino a quella che noi chiamiamo ora valle principale non pervennero a saldarsi, e vi si stabilirono con fronti distinte, dando origine ad un fatto analogo a quello della Brenva e del Miage nella Val Veni.

Ciò avvenne essenzialmente per ragioni topografiche quali l'ampiezza, l'altitudine media, l'esposizione ecc., dei tre circhi in cui ogni corrente rispettivamente raccoglieva il proprio contingente di ghiaccio. Ricorderò che il primo di tali circhi è la valle del Buthier o Balteo (*Baltegium*); il secondo la Valdigne, o valle principale odierna a monte della Pierre Taillée; il terzo e maggiore di tutti, risulta dal complesso delle quattro valli convergenti di Cogne, della Savara, di Rhêmes e delle Grisanche, ora tutte indipendenti, ma che concorrevano a formare un solo ghiacciaio. Denominerò per brevità dalle Graie quest' ultimo circo.

Le differenze di superficie fra i tre, sebbene sensibili, non sono però tali da lasciare ad uno di essi un così deciso predominio sugli altri, da ridurli al grado di tributarii, tanto più che vi ha un certo compenso nell'altitudine, contando la Valdigne ed il circo Balteo cime maggiori che non le Graie. Anche le lunghezze medie non sono troppo diverse; la sola differenza importante stà nell'esposizione, che è del tutto settentrionale nelle Graie, mentre è prevalentemente meridionale negli altri due. Da questo confronto appare probabile che i ghiacciai della Valdigne e del Balteo fossero press'a poco uguali, e che quello delle Graie, con sbocco nel collettore comune intermedio fra i due, li superasse entrambi di alquanto, per cui può avere avuto, collegando quello della Valdigne col Balteo, funzione temporanea di maestro nel periodo di transizione fra lo stadio di Chambave e la totale disgiunzione dei tre ghiacciai.

La storia del Postwürmiano nella valle superiore dopo lo stadio Chambave diventa adunque la storia dei ghiacciai dei tre circhi, e come è facile vedere, e d'altronde ho già accennato in precedenza, il ritiro dovette necessariamente avere due fasi. La prima va dalla risoluzione del ghiacciaio maestro nei suoi tre elementi essenziali alla suddivisione di questi nei tributari delle grandi valli secondarie attuali. In questa fase i tre ghiacciai ebbero per un certo tempo le fronti nella valle comune. La seconda fase comprende la ritirata dei singoli ghiacciai dalle tributarie di primo ordine fino agli attuali. Con mirabile simmetria, ad ognuna di queste fasi corrisponde uno stadio, il II e III, ben definiti, che colla regolare distribuzione delle loro tracce confermano l'esistenza in tutta le valle dei tre stadii già osservati nelle tributarie della inferiore.

Infatti, siccome il II stadio o di Aymaville, si verificò quando le fronti dei ghiacciai stavano tutte nella valle maggiore, lungo questa si succedono tre apparati morenici stadiali contemporanei, mentre se ne trova uno solo del III stadio, o di Courmayeur, in ciascuna delle tributarie, salvo il caso che in taluna di queste, come ad esempio nella Val Grisanche, si siano anche avuti fronti multiple nel III stadio. Avviene così nella valle superiore l'opposto della inferiore nella quale si ha un solo apparato, e dello stadio più antico o I, nella principale, e tre apparati successivi nelle tributarie, come ad esempio in val d'Evançon.

Esaminiamo separatamente i tre circhi, incominciando dal più istruttivo, quello delle Graie.

IL CIRCO DELLE GRAIE.

L'ampio fondo alluvionale del bacino d'Aosta è circondato da Villefranche fino al ponte di Aymaville da una cintura di morene postwürmiane, formanti talora terrazzi al piede dei monti circostanti e talora colli isolati colla forma caratteristica di cordoni, ancora ben riconoscibile. Uno di questi è la nota Côte de Gargantua, lo sterile monticello allungato presso Gressan, così ben visibile da Aosta.

La parte più a valle di questo morenico è certo ancora dovuta al tempo che ha immediatamente preceduto la scomparsa del ghiacciaio maestro valdostano ; il resto va invece diviso fra il ghiacciaio Balteo e quello del Graie. E' impossibile ricostruire le vicende del distacco dei due ghiacciai che può darsi siano stati transitoriamente riuniti anche durante una delle fasi del II stadio, ma le morene spettanti soltanto a quello delle Graie sono nettamente separabili da tutte le altre e costituiscono l'apparato meglio conservato del II stadio che vi sia nella valle principale.

Le cause della lunga persistenza nella valle principale durante il II stadio, della fronte del ghiacciaio delle Graie sono state senza dubbio l'esposizione settentrionale del circo, che culmina nel Gran Paradiso (4061), la forte altitudine media, la convergenza delle valli, ed anche la vicinanza alla principale di picchi elevatissimi come la Grivola (3969) che ne è a meno di 12 Km., o di complessi glaciali come quello del Rutor. Il grande ghiacciaio delle Graie, incanalandosi all'uscita delle proprie valli in quella maggiore, come fa il Miage in Val Veni, volgeva verso Aosta spingendosi fin presso la sede attuale della città. Il monticello di Mont Fleuri, isolato ed alto appena qualche metro sulle alluvioni circostanti, segna forse il punto estremo dell'espansione stadiale, e potrebbe essere l'avanzo emergente di un cordone frontale demolito.

Le parti laterali dell'apparato però sono conservatissime, principalmente sulla destra presso Gressan, dove si notano parecchi cordoni consecutivi, appoggiati sul fianco della valle, uno dei quali è appunto la Côte de Gargantua (Tav. II, fig. 2). Altre morene di questo apparato si notano risalendo la valle da questo punto fino ad Arvier, al piede dei due fianchi, ed hanno enorme sviluppo nel tratto di fronte a Villeneuve, da St. Pierre a Serre e Chezalet, sulla sinistra e da Gressan al Castello di Aymaville sulla destra. Un arco più interno, l'ultimo dei molteplici costruiti durante lo stadio, tagliato sopra un' altezza di circa settanta metri dalla Dora al ponte di Aymaville, delìmita una conca riempita da alluvioni recenti, terrazzate posteriormente, sulle quali sta l'abitato di Aymaville. Ho designato appunto con questo nome di località il II stadio, a cui sono dovuti gli anfiteatri della Serva ad Ayaz, di Paquier in Valtournanche, e di Clavalitè, già descritti, nella valle inferiore.

Se, come può dimostrarsi per lo stadio di Chambave, quello di Aymaville sia dovuto ad una avanzata succeduta ad un forte ritiro della fronte dei ghiacciai assai più indietro dei limiti dello stadio, non può affermarsi in alcun modo. L'amplissimo bacino di Aosta, recinto da un orlo potente di morenico, è nel suo mezzo colmato da estese alluvioni recenti che sottraggono all'osservazione ogni terreno anteriore.

La Côte de Gargantua.

Prima di abbandonare l'argomento dell' anfiteatro stadiale di Aymaville, non posso non soffermarmi a parlare della curiosa Côte de Gargantua, e di rilevare l'ostinazione con cui, a dispetto della palmare evidenza della sua natura morenica nella forma e nella composizione, si è negata la sua origine glaciale, specialmente dagli eruditi locali, rimasti fedeli alle idee di Sismonda, reciso avversario ai suoi tempi, dell'espansione glaciale quaternaria, e non vedono in essa se non il relitto di erosione di un ipotetico riempimento alluvionale di tutta la valle. Di fronte a questa ostinazione si è ricreduto perfino il Baretti che pure nel suo primo lavoro del 1877 aveva giustamente interpretato quella brulla groppa allungata come una morena (1); nella sua opera del 1893 invece nega ad essa i caratteri di deposito glaciale (2) e nientemeno la ascrive ad opera dell'uomo, dicendola un accumulo di detriti sterili estratti da antichissime miniere di cui si è perduta la memoria! Per dare un'idea dell'inverosimiglianza enorme dell'ipotesi basti notare che la sola parte della Côte de Gargantua al disopra della quota di 700 m., che per la sua forma regolare può facilmente cubarsi, ha un volume superiore ai 3 milioni di metri cubi, e rappresenta da un terzo ad un quarto dell'intiera massa che ha un'altezza relativa di 150 m. e larghezza alla base in proporzione.

Dalla grande galleria del Sempione quando sarà scavato il secondo tunnel, e tenuto conto dell'aumento di volume del materiale in pezzi, non si giungerà certamente ad estrarre più di 2 milioni di metri cubi di materiale! E' facile immaginare la sterminata lunghezza che dovrebbero avere avuto le strette gallerie dei preistorici ed ipotetici minatori, delle quali non esiste d'altronde nessuna traccia, per scavare all'incirca 10 milioni di metri cubi di detriti e farne un monte dell'altezza della Côte de Gargantua!

Vicino alla Côte de Gargantua, ma più a ponente, e per ciò più esterno rispetto al ghiacciaio vi ha un cordone morenico consimile meno appariscente perchè più piccolo e meglio rivestito di vegetazione, in grazia della sua più facile irrigabilità.

Dopo lo stadio di Aymaville, alla ripresa della ritirata i quattro ghiacciai delle Graie si dovettero dividere, riducendosi ognuno alla propria valle, in cui prima di restringersi alle sedi attuali ebbero a subire ancora uno stadio, il III. Tracce di questo stadio sono rimaste in tutte le valli, ma le meglio conservate sono nella Valsavaranche.

In questa l'apparato frontale del III stadio si trova a Degioz, capoluogo della valle, con dimensioni imponenti, perchè si estende dal ponte sotto la Cappella del Lupo (1484 m.) fino allo sbocco del torrente Leviona (1579) sotto Tignet, per km. 2,5 circa. A monte di Tignet incomincia il piccolo piano semipalustre di Bien, ma ai due fianchi le estremità laterali degli archi frontali si seguono ancora per quasi 2 km. a monte, per modo che tutto l'apparato occupa la valle per circa km. 4,5 di lunghezza con un diametro massimo di circa 3 km. fra le sue origini a monte dell'Accampamento Reale di Orvielle o di Anjouan (2190) sulla sinistra, e verso i 2100 m. circa di fronte ad Eau Rousse sulla destra.

---

(1) l. c. pag. 291.

(2) l. c. pag. 354.

A valle di questo anfiteatro non vi sono che rari lembi di morenico disperso, al piede dei fianchi della valle sempre molto stretta, e con tipico profilo a V fino allo sbocco. A monte, non ostante vi siano più luoghi dove la valle si allarga e l'erratico avrebbe potuto conservarsi, non si trovano più morene fino a quelle dei ghiacciai attuali. In questo suo ramo superiore la Valle della Savara è ultra escavata di circa 400 m. rispetto al maggiore affluente, il vallone del Nivolet, nel quale, non ostante si mantenga piano per più km. e sia occupato da laghetti, non v'ha traccia di depositi morenici frontali.

Tutto prova adunque che la costruzione dell'apparato morenico di Degioz è dovuta ad una stazione prolungata della fronte del ghiacciaio compresa fra due periodi di ritirata continua e relativamente rapida, e che tale stazione è stata l'ultima prima che i ghiacciai si raccogliessero nelle sedi attuali.

Il ghiacciaio che ha costrutto questa morena era imponente perchè copriva tutto il versante occidentale del Gran Paradiso, e si estendeva, come ho già detto nella prima parte di questo lavoro, fino all'alta valle dell'Orco attraverso l'insellatura del Col del Nivolet. A traccia del suo passaggio ha lasciato sopra l'alto gradino di roccia che fiancheggia a ponente circa 200 m. più in alto il lungo piano del Nivolet, una grandiosa morena che si segue per circa 6 km. da Pian Borgno fino ai piani del Rossetto, dove presso il maggiore dei laghi omonimi raggiunge la sua massima quota di 2771 m.

La presenza di questa morena di imponenti dimensioni dimostra che quando essa si formò, il livello delle nevi perpetue era superiore a tale quota e per lo meno a 2800-2850 m., vale a dire a circa 300 m.

al disotto del limite nel tempo presente, determinato in 3150 m. precisamente pel gruppo del Gran Paradiso.

In questo caso è bastato un abbassamento della linea nivale di 300 m. circa per fare scendere le fronti dei ghiacciai del gruppo, che attualmente stanno tutte sopra i 2600 m., salvo quella del Grand Etret che giunge fino a 2368 m. (Carta dell' I. G. M. 1908), fino a 1579 m. circa (Ponte di Leviona), cioè di almeno 750 m.

Ciò in grazia della notevole altezza media del gruppo, della esposizione verso N di tutto il campo di raccolta, e della notevole ristrettezza della valle in cui s'incanalava l'immensa corrente. Si vede qui come a determinare questo notevole sbalzo entri in giuoco un complesso di circostanze topografiche e geografiche.

Nelle altre tre valli del circo delle Graie si trovano, forse meno ben conservati ma non meno evidenti, gli apparati coevi di quello della Savara, o del III stadio.

Il più noto è il bacino di Cogne, molto complesso perchè deposto alla confluenza di parecchie valli importanti quali la Valnontey, la Valeille e le valli del Grauson e dell'Urtier. Incomincia ad Epinel a 1400 m., cioè all'incirca alla stessa altezza di quello di Valsavaranche; verso l'alto il suo limite è meno netto pel suddividersi nei varii valloni, ciò che se ha nociuto alla regolarità dell'apparato morenico gli è stato di vantaggio per l'estensione, perchè l'intiera massa si allunga per quasi 7 km. da Epinel a Champlong.

In Val di Rhême l'apparato stadiale non meno importante di quello della Savara è immediatamente a valle del capoluogo, e si estende lungo la valle per 3 km. circa. In Val Grisanche morene del III stadio si trovano pure a valle del capoluogo fra Plantè e Prariond, ed a Planaval, ma qui anzichè uno si hanno almeno due apparati del III stadio, dovuti rispettivamente ai gruppi dei ghiacciai del Rutor e della Grande Sassière.

Il circo Balteo.

La valle del Buthier (*Baltegium*) non presenta per il glaciale minor interesse del circo delle Graie e della Valdigne, da cui differisce però sotto parecchi rispetti.

Durante il Würmiano lo sbocco del ghiacciaio Balteo avveniva ad una quota superiore ai 1650 m. fra il Monte Fallère (3061) ed il Monte Mary (2814) coperti entrambi da calotte glaciali che si congiungevano senza dubbio col Balteo. Questo fatto è dimostrato dal diversissimo comportamento dei depositi postwürmiani sulle falde dei due monti.

Sul fianco occidentale del gruppo Monte Mary-Becca di Vlou (2856), a N del villaggio di Blave, scarsissimi sono al disopra dei 1600-1700 m. i lembi di terreno di trasporto glaciale da attribuirsi ad una morena laterale würmiana. L'unica traccia certa sono alcuni massi erratici di calcare triasico e di carniola, uno dei quali enorme, presso l'Alpe Le Rond (1741), provenienti certo dalla Valpelline, e non dagli affioramenti immediatamente sottostanti della nota sinclinale di Roissan, che rimane al disotto di tale quota.

La calotta glaciale del Monte Mary ha impedito che il ghiacciaio del Buthier deponesse le sue morene sui fianchi del monte, perchè anche verso mezzogiorno il morenico generale, per quanto abbondante non incomincia se non al disotto dei 1500 m., ed è quindi postwürmiano.

Sulle falde del prospiciente Monte Fallère il pendìo più dolce ha prodotto effetti del tutto opposti. Se nel Würmiano non si depose a causa della calotta glaciale alcuna morena, non appena le due masse di ghiaccio si staccarono, incominciò a deporsi quel morenico che ora copre tutto il pendìo, dai 1800-2000 m. fino al Buthier, con un manto uniforme. In esso però si notano alcuni terrazzi, il più evidente dei quali sta press'a poco fra le quote di Gignod (994) e Tercinod (1125).

Durante lo stadio di Chambave la separazione fra il ghiacciaio della valle Baltea e quelli che rivestivano le pendici del Monte

Mary e del Fallère era già avvenuta. Se ne ha una prova nel piccolo e conservatissimo apparato frontale della valletta di Parlea già descritto in precedenza nella ricerca della quota della linea nivale per lo stadio di Chambave.

In tale stadio il livello del ghiacciaio Balteo era già sceso quindi al disotto dei 1200 m., in corrispondenza di Parlea, che si trova d'altronde poco a monte dello sbocco del Balteo nel bacino di Aosta.

Nello stadio seguente, il II, il ghiacciaio diminuì ancora, e costrusse un apparato proprio presso Aosta. Questo apparato è rappresentato dai terrazzi sopra St. Cristophe, a Senin, Veyne e Lorreley, che si spingono fin presso Quart.

Non lungi da questo paese, a monte, si notano rudimenti di archi frontali; specialmente ben conservato è il monticello sulla cui cresta stanno le case del villaggio denominato Vallensanaz sulla Carta al 100.000, analogo alla Côte di Gargantua e di altezza quasi uguale (779), ma coperto di vigneti. Si tratta ben inteso della parte laterale dell'arco; la parte centrale è scomparsa seppure è mai esistita. E' probabile appartengano a questo anfiteatro le basse morene di Charvensod e Pollein sulla destra della valle, ma gli archi che avrebbero dovuto congiungerle con quelle della sinistra sono stati demoliti dalla Dora e dal Buthier. Però le rocce arrotondate di Beauregard e di Busseia allo sbocco della valle del Buthier ed in alto, provano come l'estremo inferiore del ghiacciaio Balteo durante il II stadio abbia fatto una lunga stazione su di esse, proprio allo sbocco della valle Baltea, abbandonandole in seguito del tutto scoperte e prive di ammanto morenico. Come ho detto altrove (1) nei loro anfratti si trova una tipica morena di fondo con elementi triasici provenienti quasi certamente dalla valle inferiore nel Buthier.

Queste morene frontali si collegano a monte coi terrazzi di Roissan da una parte e di Gignod dall'altra, ad altezze corrispondenti lungo i due fianchi della valle, terrazzi che colla loro uniformità attestano anche un ritiro molto graduale.

---

(1) V. Novarese. *Relazione preliminare sulla campagna geologica dell'anno 1911.* Boll. d. R. Com. Geol., 1912, fasc 1°, pag. 32.

Per la grande complicazione orografica delle valli superiori, specialmente di quella del Gran San Bernardo gli apparati del III stadio non si presentano colla chiarezza che hanno nelle Graie e nella Valdigne.

Appartengono al III stadio il morenico del bacino di Ollomont, il cui ghiacciaio si era già staccato da quello della Valpelline; quello di Etroubles, e quello che nella Valpelline superiore sta in alto fra Bionaz ed Oyace.

La Valdigne.

La Valdigne incomincia, com' è noto, alla forra della Pierre Taillée, a valle della quale, nella gorgia d'Avise, v' hanno nella roccia imponenti tracce glaciali sotto forma di marmitte dei giganti; una di queste, enorme, è stata tagliata dalla strada nazionale.

Durante lo stadio di Aymaville il ghiacciaio della Valdigne occupava totalmente il bacino di Morgex e lasciò le sue morene frontali fra La Salle ed il Ponte di Equiliva.

L'avanzo più cospicuo di questo apparato è il dosso su cui stà il paese di La Salle (1001), mascherato parzialmente dal vasto cono di deiezione del Rio Charvas; esso si prolungava a valle nella gola che precede il ponte di Equiliva, perchè in questa si trova una formazione fluvio glaciale, del tipo solito all'estremità inferiore dei ghiaccia, con letti di ghiaie e sabbia intercalate in cui sono aperte ora delle piccole cave.

Nella stessa Valdigne vi sono inoltre due bellissimi apparati del III stadio; uno è quello di Courmayeur dovuto ai ghiacciai del Monte Bianco, sul quale si sviluppa per un buon tratto la strada carrozzabile per Prè Saint Didier; e sono costruiti il villaggio di Verrand (1261) ed in parte Courmayeur stessa (1224). Il piccolo pianoro, subito a monte del paese, è il fondo alluvionale che ha colmato il temporaneo lago morenico formatosi dietro l'apparato frontale dopo l'ultima ritirata dei ghiacci (Tav. III, fig. 2).

L'altro apparato è quello delle Thuile dovuto esclusivamente ai ghiacciai del gruppo del Rutor, ed anch'esso ben conservato, come d'altronde la maggior parte degli apparati dell'ultimo stadio.

Le morene laterali.

Il confronto fra la Carta geologica al 100.000 e quella al 500.000 che accompagna la presente memoria basta a mostrare come il morenico degli anfiteatri stadiali sia poca cosa di fronte a quello che tappezza tanta parte della valle sotto forma di morene laterali. Esso si presenta talora nella tipica forma di terrazzo, e già nelle pagine precedenti ne fu nominato qualcuno, ed altri dovremo nominarne, ma predominante è invece quella di ammanto ora continuo, ora interrotto da affioramenti della roccia sottostante, nel quale il terrazzo non si distingue o tutt' al più è rappresentato da larghe ondulazioni a limiti indistinti.

Nella II parte ho già notato quanto fossero scarsi i terrazzi würmiani ben caratterizzati non ostante la durata del periodo corrispondente; i terrazzi postwürmiani sono certo più numerosi, ma tuttavia non tanto quanto lascerebbe supporre il lungo periodo di regresso. Fra i meglio conservati figurano quelli più elevati, inferiori da 100 a 200 m. al livello massimo würmiano. Nella fig. 2 della parte II ne sono rappresentati parecchi dei più alti, là dove quello würmiano non si ritrova, tanto a valle quanto a monte di Aosta e sarebbero quelli di Côteblina, Derby, Leisere e Pragarin sulla destra; di Vertolana, Avisod, Echallod e Le Cou sulla sinistra.

Sarebbe però, come è ovvio, un grave errore ritenere che questi terrazzi, od almeno quelli inferiori dello stesso numero di metri al livello würmiano, appartenessero tutti alla medesima sosta. L'abbassamento di livello dei ghiacciai durante un regresso è notevolmente più rapido all'estremità inferiore che non a quella superiore, così che se i terrazzi di Le Cou, Echallod e Pragarin possono essere messi in relazione coi cordoni più interni dell'anfiteatro d'Ivrea, quelli di Côteblina e del Derby appartengono certo a tempi assai vicini allo stadio di Chambave.

Questa considerazione rivela anche una delle cause che hanno contribuito alla scarsità del morenico già lumeggiata e discussa nel tratto a valle di Verrès, e cioè la relativa rapidità dell'abbassamento di livello del ghiacciaio. Mentre esso nello stadio di Chambave, come abbiamo veduto, ha nel bacino di Aosta perduto circa 500 m. di spessore di fronte a Parlea, nella sezione di San Grato (vedi parte II) era scomparso, perdendone oltre 1300, ed almeno un migliaio a Montjovet. Durante una discesa così rapida il morenico non ha potuto accumularsi, ma si è disperso in velo più sottile sulle pendici, cosicchè più agevole ne è stata la demolizione.

Nel citato profilo è registrata pure una morena di sinistra al Monte Cormet a 2300 m. cioè notevolmente al disopra del limite würmiano delle nevi perpetue. Per quanto fra il limite climatico e l'orografico delle nevi vi possano essere notevoli divarii, e l'esposizione meridionale del lembo in questione giustifichi un limite orografico elevato, tuttavia la presenza di una morena a tale altezza sorprende. Il lembo morenico in questione si trova in alto del vallone o meglio canale del Rio Chénoz (1) di fronte a Prè St. Didier nel versante SW del Monte Cormet (2476), annidato in una stretta chiostra fra 2000 e 2300 m. circa, direttamente sotto la vetta.

La morena è in via di rapida distruzione, e col suo disfacimento dà origine alla nota frana del Rio Chénoz, che quasi ogni anno in occasioni di forti piogge interrompe la vecchia strada nazionale del Piccolo San Bernardo sulla sinistra della valle, ed è anzi stata causa precipua della costruzione della variante sulla destra, fra Morgex e Prè Saint Didier.

E' dubbio se questo lembo morenico in posizione così singolare, posto in un vallone troppo piccolo e troppo inclinato di una vetta isolata per essere dovuto ad una vedretta locale, sia stato deposto in un periodo immediatamente seguente all'apogeo del periodo Würmiano, o se debba considerarsi come una morena interna, oppure di fondo, depostasi in un anfratto formante angolo morto a monte del costolone scendente dal Cormet che il ghiacciaio würmiano doveva scavalcare.

---

(1) Il Rio Chénoz non è denominato nella carta al 50.000, ma è facilmente reperibile perchè segna il limite dei due comuni di Morgex e Prè St. Didier tra la vetta del Monte Cormet e la Dora.

Certo il ghiacciaio würmiano ha raggiunto nella Valdigne superiore una straordinaria altezza perchè si trovano arrotondamenti fino sulla vetta del Monte Chetif (2343) di fronte a Courmayeur. (Tav. II, fig. 1).

Terreni postwürmiani non glaciali.

I terreni deposti dai fiumi, torrenti e sorgenti, dopo il Würmiano, sopra aree lasciate libere dall'arretrarsi dei ghiacci, sebbene meno estesi dei glaciali, sono pure molto diffusi nella Valle e meritano un breve accenno.

Sono in primo luogo i soli di tale origine ancora conservati in Val d'Aosta; quelli anteriori sono stati spazzati dall'avanzata glaciale würmiana. Ho discusso in precedenza il solo caso in cui può esservi un dubbio, quello delle alluvioni sottostanti al morenico nella Conca di Châtillon.

L'età relativa è di facilissima determinazione, specialmente per quanto riguarda i riempimenti alluvionali delle valli che sono tanto più recenti quanto più si risale la valle e ci si avvicina alle fronti attuali dei ghiacciai.

Però, salvo il caso di terrazzamenti, di cui mi occuperò in seguito, le alluvioni superficiali di fondo valle sono tutte recentissime, perchè la parte profonda, più antica, è tutta mascherata dal materiale dei greti attuali e dei coni di deiezione attivi, numerosissimi nella valle maestra e nelle tributarie. Il maggiore contributo a questi coni di deiezione è dato in generale da qualche morena in disfacimento per cui l'importanza di ogni cono di deiezione non è di solito in relazione coll'estensione del bacino collettore del torrente rispettivo.

Spesso valli di secondaria importanza, e talora valloni di terzo o quart'ordine danno luogo a coni di deiezione enormi, temibili per l'incremento rapido e catastrofico. Così ad esempio i coni di Champ de Praz (Chalame) e di Quart, in grazia appunto delle morene insinuate in queste valli minori, sono assai più imponenti ed attivi che non quelli dell'Evançon a Verrès, della Lys a Pont Saint Martin, o del Marmore a Châtillon. Quando alla presenza di morene si congiunga una pendenza fortissima si hanno i coni di deiezione che rappresentano un pericolo permanente come quelli nominati in precedenza del Rio Chénoz presso Prè Saint Didier e di Estrapiera nella valle dell'Evançon.

Un gruppo particolare di queste alluvioni sono i riempimenti dei laghi formatisi a monte degli sbarramenti morenici delle valli come il piano di Clavalitè, veramente tipico e conservato nella sua integrità, il piano di Vollon a monte di Brusson ed altri numerosi. Altrove, dopo che il lago è stato interrato parzialmente o del tutto, il torrente ha inciso la diga morenica ed ha terrazzato il deposito alluvionale che stava a monte. Così è accaduto nella conca di Châtillon, come ho già detto, nella quale però è dubbio se lo sbarramento fosse soltanto morenico, o non piuttosto la soglia rocciosa di Mont Jovet. A questo tipo appartengono il piano terrazzato di Fenis, a monte dell'anfiteatro stadiale di Chambave e quelli di Aymaville e di Courmayeur.

Un tipo particolare di questi sbarramenti è dovuto alle morene laterali, che hanno chiuso il deflusso di qualche conca sul fianco del monte o talora di qualche valle più importante. Sono generalmente assai piccoli, ma ve ne può essere taluno maggiore come il piano di Arceza in Val di Challant.

Questi laghi morenici sono naturalmente tanto più frequenti e meglio conservati quanto più recente è lo stadio a cui sono dovuti, e se ne possono citare esempi numerosi perchè si ritrovano in tutti o quasi i valloni in cui si suddivide ogni altra valle. Non occorre io li enumeri, mi limiterò a ricordare l'esempio in azione del noto lago di Combal dovuto alla morena di destra del ghiacciaio del Miage ed oramai semi colmato.

Altrettanto frequenti sono i laghi di erosione glaciale in roccia, colmati da alluvioni o da torba. L'esempio più tipico è il lungo piano del Nivolet dovuto allo sbarramento roccioso della Croce dell'Aroley, certamente posteriore allo stadio di Courmayeur.

Altri laghi riempiti infine dipendono dagli sbarramenti prodotti da coni di deiezione molto attivi in valli molto strette. Ve ne hanno dei recentissimi dovuti a fortissime alluvioni, come quello del torrente che sbocca dal precipitoso vallone fra la Bioula e la P.ta Bianca nella Valsavaranche, le cui deiezioni rovinose sbarrarono nel 1889 il corso della Savara, dando origine ad un lago che occorse un decennio a colmare.

Banchi e strati di ghiaia, sabbia, e perfino di argilla appaiono non di rado intercalati nelle morene postwürmiane, quelle laterali in ispecie, e certo dovuti agli innumerevoli torrentelli di acqua di fusione e laghetti temporanei formatisi fra il ghiacciaio e la morena. Le sabbie specialmente sono utilizzate in cave; se ne vedono parecchie lungo la strada del Gran San Bernardo fra Gignod e La Condamine.

I travertini. — Fra le formazioni recenti della valle meritano un posto speciale i travertini, deposti dalle acque circolanti nei calcari, nei calcescisti e nelle morene composte da tali rocce; non occupano di solito grandi estensioni ma s'incontrano spesso. La varietà più frequenti di questi travertini, tenera e fragile, e di evidente origine concrezionare, è nota nel dialetto locale col nome di *tuf* (tufo).

Nella Valsavaranche se ne trovano in alto all'Accampamento reale di caccia di Orvielle o dell'Anjouan, sulla sinistra, dove formano una piattaforma presso un laghetto colmato, ed in basso sul fondo di valle presso Maisonasse. Qui i travertini sono dovuti alle acque che scendono dai calcari triasici della nota sinclinale secondaria della Valsavaranche e dalla morena, pure ad elementi calcarei, compresa fra il vallone di Charanche ed il valloncino Rossei che sbocca di fronte a Bien.

Il nome di Eau Rousse è dato ad un rigagnolo intermedio per le curiose screziature della crosta travertinosa formatasi sulla parete di gneiss da cui precipita in cascata. A valle di Maisonasse il travertino forma una piccola piattaforma indicata nella carta geologica; a monte verso Eau Rousse compare solo in frammenti dispersi, forse strappati dalle forti alluvioni alle precedenti incrostazioni.

Questi travertini sono spesso, come quello di Eau Rousse, in via di formazione. Un altro bell' esempio se ne osserva nella Valle del Buthier sopra il paese di Valpelline, in alto, sulla verdeggiante pendice che forma il comune di Doues, sotto il massiccio che va dalla punta Champillon alla Croux de Blenche, dove ho indicato esservi una grande morena incidente fra le valli di Ollomont e del Gran San Bernardo. Le acque che provengono dalle sorgenti in questo morenico e quelle che vi porta il grande canale di irrigazione che lo percorre, dedotto dal torrente del ghiacciaio di By, sono tutte calcarifere o lo diventano al contatto del substrato di calcescisto, e sono per ciò eminentemente incrostanti. Tutte le fonti, i rigagnoli, gli stessi fossatelli d'irrigazione sono rivestiti da incrostazioni gialle di travertino; il materiale morenico ne è spesso cementato, le cavità della roccia sono tappezzate da cristallini di calcite. In alto vi hanno crostoni travertinosi talvolta abbastanza potenti da essere usati come cave dalle quali si estrae un materiale leggero e poroso che mostra ancora i modelli degli steli dell'erba e delle festuche intorno a cui si è deposto. Una di queste cave è presso le Grange Favre a 1775 metri.

Croste di travertino si trovano pure nelle alluvioni della Dora; così sulla destra di questa, quasi subito a monte del Ponte Suaz di fronte ad Aosta lungo la strada di Gressan. Le acque incrostanti che depongono questi travertini commisti all' alluvione aumentano spesso quest'ultima, e danno luogo a puddinghe e conglomerati non infrequenti, ma di cui non si conoscono masse un po' estese. E' però probabile che ve ne siano perchè in parecchi dei monumenti romani di Aosta è stata largamente impiegata una puddinga di tal genere, non molto dura e per ciò facilmente lavorabile, di cui non si conoscono più le cave; la si vede per esempio benissimo nel basamento dell'Arco di Augusto.

CAPO IV.

Conclusioni.

Del lungo studio compiuto raccolgo i risultati singoli per trarre dal loro confronto argomento ad ulteriori considerazioni e conclusioni d'indole più generale.

Prewürmiano e terrazzi in roccia.

Morene prewürmiane si trovano nelle valli dell'Orco, della Chiusella e della Dora, sempre nelle vicinanze degli sbocchi rispettivi, e la loro posizione le rivela dovute a glaciazioni maggiori della würmiana stessa. Mentre nelle altre due valli la glaciazione prewürmiana sembra unica, nella Valchiusella le morene di Vico più recenti, ed i più antichi terrazzi di Grange Prandino accennano a due stazioni, senza che gli indizi siano sufficienti a decidere se appartengano a due glaciazioni diverse oppure a due stadii della stessa.

Sul fianco sinistro della valle inferiore dell'Orco v'ha un livello di terrazzi in roccia, più elevato della maggiore altezza toccata dal ghiacciaio würmiano, terrazzi non ricoperti di materiale morenico riconoscibile. Di essi, certamente prewürmiani, è incerta l' origine e l'età perchè non si collegano agevolmente nonchè col Quaternario più antico, nemmeno col Pliocene dei dintorni di Castellamonte.

Morene laterali würmiane.

Le morene laterali würmiane dentro la valle d'Aosta sono relativamente scarse e poco estese. Ciò perchè a cagione del basso limite delle nevi perpetue, oltre i maggiori affluenti nominati nel corso dello studio, ve ne era un gran numero di minori scendenti dai valloni che solcano i fianchi della valle, i quali confluendo col maestro spingevano verso il mezzo di esso le maggiori morene provenienti dall'alta valle, sostituendole ai fianchi colle proprie, necessariamente minori. Le morene più cospicue del ghiacciaio würmiano dovevano perciò essere le mediane, come lo dimostra d'altronde l'enorme sviluppo degli archi frontali nell'anfiteatro d'Ivrea. Da ciò la povertà di morene e terrazzi laterali dinnanzi all' imponenza dell'apparato frontale.

Questo rapporto durante la fase di ritirata è andato invertentendosi a cagione del distacco degli affluenti maggiori e della scomparsa dei minori, a favore delle morene laterali; causa questa del magnifico sviluppo del glaciale postwürmiano entro valle e dell'importanza sempre minore degli apparati frontali.

Queste considerazioni valgono pure a spiegare la mancanza di tracce delle glaciazioni prewürmiane entro valle, almeno di quelle che hanno superato la würmiana. Quei depositi morenici dovettero fino dall'origine essere ancora più scarsi e di minore entità degli stessi würmiani per cui scomparvero rapidamente.

Stadii postwürmiani. — Oscillazioni.

La ritirata postwürmiana si è compiuta in tre stadii, ognuno dei quali si è verificato in seguito ad un'alternativa di regresso e di avanzata, ossia ad una oscillazione della fronte dei ghiacciai. Di tali oscillazioni si ha però soltanto la prova per la prima, nella conca di Châtillon, lasciata dapprima libera dai ghiacci in ritirata, riempita nell'intervallo dalle alluvioni della Dora e del Marmore ed invasa infine ancora una volta da una avanzata che terminò con uno stadio, periodo di relativa stazionarietà nel quale il ghiacciaio costrusse l'apparato frontale di Chambave, esteso da Fenis a St. Vincent e poggiante in parte sulle alluvioni interstadiali testè accennate.

Le oscillazioni che hanno preceduto i tre stadii sono state necessariamente di ampiezze decrescenti, ma è impossibile il determinarne il valore, perchè dell'eventuale stazione a monte, nella quale il moto ha cambiato senso passando dal regresso all'avanzata non può essere rimasta traccia, avendo il ghiacciaio nel nuovo progredire distrutta la propria opera. Però dalla prova indiretta che particolari circostanze topografiche hanno permesso fosse conservata a Châtillon, può arguirsi che queste oscillazioni sono state considerevoli, se durante una parte di esse hanno potuto accumularsi alluvioni di oltre cento metri di potenza.

Equivalenze cronologiche.

Quanto abbiamo potuto stabilire sul numero delle glaciazioni e degli stadii postwürmiani concorda in modo soddisfacente con quanto è stato riconosciuto in altre parti del Sistema Alpino.

Rispetto alla glaciazione würmiana non v'ha alcun dubbio sulla sua identificazione. Se le tracce enumerate della glaciazione che l'ha preceduta siano quelle della rissiana, come pare molto probabile, non può dirsi con certezza se prima non sono state messe in relazione col morenico fuori valle, studio che è fuori del programma del presente lavoro.

Per gli stadii e le oscillazioni la concordanza nel numero è perfetta. L'oscillazione di Châtillon corrisponde a quella di Achen od α; lo stadio di Chambave a Bühl o β; lo stadio di Aymaville a Gschnitz o γ, e quello di Courmayeur a Daun o δ.

Se vi abbia perfetta corrispondenza negli stadii di tutto il Sistema Alpino non può ancora affermarsi con certezza, sebbene non si veda ragione di escludere la contemporaneità degli stadii, dipendenti in prima linea da un fatto climatico, e per ciò d'indole generale. Però le condizioni topografiche hanno potuto dar luogo a sensibili differenze nello sviluppo di ciascuno stadio nelle singole vallate alpine, perchè se cause geografiche e geologiche determinarono in ognuno di essi l'altezza del limite climatico delle nevi, indipendentemente dalla topografia, l' influenza di quest'ultima si manifestò sempre nello sviluppo glaciale, che direttamente ne dipende.

Quote stadiali della linea nivale.

Ad ogni modo il primo elemento da fissarsi per verificare le eventuali differenze da luogo a luogo, è la quota della linea nivale in ciascuno stadio, quota che è però assai difficile determinare colla necessaria approssimazione. Il Penck, partendo dalla considerazione che l'innalzamento totale del limite delle nevi perpetue dal Würmiano è stato di 1200 m., ha concluso che l'innalzamento corrispondente a ciascuno stadio ha dovuto essere in media di 300 m. Questo valore medio non deve però essere preso alla lettera; è semplicemente un criterio per giudicare di che ordine di grandezza furono gli innalzamenti stadiali, e non significa che essi siano press'a poco uguali fra loro. Difatti nelle pagine che precedono ho calcolato la quota della linea nivale per Parlea, Clavalitè e Valsavaranche trovando delle cifre diverse da quelle che si avrebbero applicando la media del Penck. Le differenze però non provano ancora nulla perchè le cifre trovate sono limiti orografici che differiscono dal limite climatico spesso sensibilmente, e per ciò danno un' approssimazione troppo grossolana, per giudicare delle differenze fra gli innalzamenti stadiali successivi.

Un mezzo meno incerto di giudizio è il paragone fra le dimensioni successivamente assunte da uno stesso ghiacciaio o gruppo di ghiacciai durante gli stadii, tenendo ben conto delle circostanze topografiche, le quali non possono avere sensibilmente mutato dal Würmiano in quà. Per fare questo confronto abbiamo nelle lunghezze stadiali direttamente misurabili, dei dati più sicuri che non i limiti orografici stadiali delle nevi che si debbono dedurre da altri indizi.

La ricerca che intraprendiamo sarebbe molto agevole se una delle valli semplici esaminate presentasse insieme coll'apparato frontale würmiano la serie completa di quelli stadiali. Disgraziatamente nessuna delle nostre valli semplici è in tal caso; nelle valli dell'Orco e della Stura di Lanzo la serie degli stadii è molto incompleta; in quella dell' Evançon e nella Valtournanche se vi sono tutti gli stadii manca il Würmiano perchè in tale periodo erano tributarie. E' giocoforza affrontare il problema nella Valle d'Aosta, sede del più complesso fra i sistemi glaciali descritti.

Per essa abbiamo alcuni preziosi dati fondamentali già fissati. Nel Würmiano fu occupata da un ghiacciaio unico la cui superficie totale non era minore di 3160 km.^{2} (Parte II, pag. 225); attualmente essa conta circa 130 ghiacciai fra grandi e piccoli con una superficie complessiva di 300 km.^{2} in cifra tonda. Per ciò dal Würmiano in quà la superficie glaciale si è ridotta di oltre i $^9/_{10}$, mentre la linea nivale si è innalzata di 1200 m.

Questa riduzione a cagione degli stadii è avvenuta gradualmente bensì, ma a sbalzi.

Il maggiore di questi, a giudicare dalle lunghezze dei ghiacciai residui, è stato il primo, fra il Würmiano e lo stadio di Chambave, durante il quale la lunghezza totale del ghiacciaio maestro si è ridotta a metà, e se ne sono staccati tutti gli affluenti grandi e piccoli a valle della fronte a Chambave, nonchè una parte di quelli minori a monte, come ad esempio Parlea. Questi accorciamenti e distacchi hanno prodotto una considerevole riduzione della superficie di ablazione, che può calcolarsi con una certa esattezza, e darci per ciò un numero da paragonarsi col suo valore nel Würmiano che ci è noto.

La maggiore delle perdite subìte è tutto il tratto di valle maestra da Chambave in giù, che comprende l'intiero anfiteatro a cominciare dalla sezione del ponte di Quassolo (Parte II, pag. 225), di 361 km.², più tutti i 40 km. di valle maestra da questa sezione fino a Chambave, con una larghezza media di 6 km., che fanno altri 240 km.² A questi debbono aggiungersi le aree perdute dai tributarii ritiratisi nelle proprie valli, che tutte insieme possiamo computare in 50 km.²

Abbiamo così una prima perdita sicura di 650 km.², che non è però ancora la perdita totale. La superficie di ablazione dei ghiacciai residui è diminuita pure per l'abbassamento forte di livello fra le pareti inclinate degli alvei, abbassamento che sappiamo essere stato per es. ad Aosta di almeno 500 m.; però d'altra parte ha subìto un certo aumento perchè si è prolungata a monte verso gli alti nevati dalla quota 2000 m. fino a quella della nuova linea nivale. Questo aumento però, come è agevole vedere è ben lungi dal compensare la perdita dovuta al semplice abbassamento di livello, cosicchè certo non si commette un errore per eccesso stimando in non meno di 700 km.² la perdita subìta nel primo interstadio dalla superficie di ablazione dei ghiacciai. Siccome nel Würmiano la superficie di ablazione era di 1160 km.², nello stadio di Chambave al massimo può essere stata di 460 km.², che sono circa i $^2/_5$ di 1160, cioè più prossima ad un terzo che alla metà della superficie würmiana. E dato il rapporto pressochè costante fra superficie d'ablazione e superficie totale del ghiacciaio può ammettersi che dal Würmiano allo stadio di Chambave la superficie dei ghiacciai si sia ridotta a molto meno della metà della primitiva, vale a dire è in tale interstadio che la riduzione è stata massima e di gran lunga superiore a tutte le successive prese insieme.

Se fosse lecito dedurre con rigore geometrico dalla riduzione della superficie dei ghiacciai l'innalzamento della linea nivale, basterebbe, per avere la quota cercata, trovare quale è l'isoipsa della valle che circoscrive un'area uguale alla metà o ad un terzo di quella circoscritta dalla isoipsa 2000, limite climatico würmiano delle nevi.

Anche senza tentare sopra una carta topografica questa ricerca, certo molto laboriosa, possiamo convincerci che troveremo così delle cifre elevate e superiori di molto al limite determinato con altro metodo (2400 m.). Infatti sappiamo che la isoipsa 2000 m. racchiude 1975 km.^{2}, area di molto superiore alla metà dell'area totale della valle, che è di 3380 km. fino ad Ivrea. Questo è un segno di fortissima altitudine media, superiore ai 2000 m., e per ciò addirittura non molto discosta dalla metà dell'altezza massima di 4807 m. al Monte Bianco.

La forma topografica è adunque tale che al disopra di 2000 m. non soltato picchi isolati ma vaste aree hanno quota elevatissima, cosicchè è da ritenersi che le superfici racchiuse da isoipse di quota crescente non ostante le grandiose accidentalità vadano diminuendo in modo relativamente regolare e non troppo discosto da ciò che avverrebbe delle corrispondenti in un cono di ugual base ed uguale altezza, in cui la diminuzione si fa secondo la legge dei quadrati delle altezze. In tal caso anche senza fare un calcolo numerico può affermarsi che una superficie che stia fra la metà ed il terzo di 1975 km.^{2} sarà circoscritta da una isoipsa certo più vicina ai 3000 che non ai 2000 m.

Queste considerazioni geometriche condurrebbero però ad un risultato erroneo e le ho fatte soltanto per stabilire un limite massimo di altezza. Però rivelano la ragione esclusivamente morfologica del grandioso sviluppo del ghiacciaio würmiano in Val d'Aosta, non ostante la grande elevazione della linea nivale, certo la maggiore del Sistema in quel periodo. La linea nivale, scendendo fino a 2000 m., ha portato nella regione delle nevi perpetue pressochè i due terzi della superficie della valle, sommergendo sotto la lingua glaciale risultante non solo quasi tutto l'altro terzo ma anche l'area di pianura circoscritta dall'anfiteatro al suo sbocco.

Per quanto riguarda la diminuzione della superficie del ghiacciaio, in realtà l'innalzarsi della linea nivale ed il conseguente sgombro delle valli profonde dai ghiacciai ed ingrandimento della zona di terreno libera di nevi fra la linea nivale stessa e la lingua glaciale, fece riacquistare efficacia ad un agente di smaltimento delle nevi, indipendente dal ghiacciaio, la valanga, la cui attività era ridotta al minimo dalla quasi totale invasione della valle,. Per ciò dell'area che in uno stadio rimase al disopra del limite delle nevi perpetue, solo una parte smaltì le proprie nevi mediante i ghiacciai, un'altra ne fu liberata esclusivamente dalle valanghe. Il rapporto fra le due porzioni variò coll'innalzarsi della linea nivale a favore dell'ultima.

Per ciò la diminuzione dell'area al disopra della linea nivale, quando questa si innalza, non è direttamente proporzionale alla diminuzione della superficie di ablazione glaciale, ma è più lenta. Per convincersene basta pensare ai molti gruppi montuosi della valle d'Aosta che pure superando i 3200 m. non hanno attualmente ghiacciai oppure li hanno in una misura di gran lunga inferiore alla loro superficie al disopra del limite delle nevi perpetue. La stessa superficie *totale* di 300 km.^{2} dei ghiacciai odierni che pure comprende porzioni le quali scendono fino a 1500 m. è molto più piccola della superficie orografica superiore ai 3100-3200 m., massima altezza del limite delle nevi oggi, che sarà di 500-600 km.^{2} almeno.

E quanto più progredisce la suddivisione dei ghiacciai tanto più sensibili diventano queste influenze topografiche, perchè in ultima analisi la causa dell'azione ognora prevalente delle valanghe è sempre la morfologia. Un esempio tratto da uno dei casi che più minutamente ho descritto, varrà meglio di qualunque considerazione teoretica ad illustrare quest'influenza della forma del terreno sulla riduzione dei ghiacciai in funzione dell'innalzamento della linea nivale. Nella Valsavaranche per l'apparato frontale di Degioz dello stadio δ o di Courmayeur, abbiamo determinato in 2800 m. circa l'altezza della linea nivale. La fronte stadiale del ghiacciaio giungeva sino al ponte di Leviona verso la quota di 1575 m.; il circo di raccolta comprendeva tutto il crinale superiore della valle dalla Punta Bianca della Grivola ad oriente, fino alla Roletta ad occidente. Tutto il piano del Nivolet fiancheggiato da creste superiori ai 3000 m. era coperto dal ghiacciaio, la cui superficie totale doveva essere di circa 70 km.^{2} con una lunghezza massima dalla Mare Percia a Degioz di 14 km., ed una larghezza di 10, dal Gran Paradiso al Tout Blanc.

Attualmente secondo i computi del Baretti la superficie dei ghiacciai superstiti in Valsavaranche è di 24 km.^{2}, mentre il limite climatico delle nevi è di 3100 almeno.

Qui per un innalzamento di 300 m. si è avuta una riduzione di circa due terzi nei ghiacciai, ma dipende da ciò che questi 300 m. sono bastati per portare al disotto del limite delle nevi perpetue tutti i vasti altipiani del Vallone del Nivolet che da solo rappresenta quasi la metà dell'area perduta.

Tornando allo stadio di Chambave ricorderò che coll'osservazione delle morene di Parlea ho stimato la quota della linea nivale dello stadio in 2400 m. circa, e siccome essa si riferisce al gruppo del Monte Mary con altezza di 2875, non è probabile che pecchi per eccesso; anzi le considerazioni geometriche poc'anzi esposte fanno piuttosto temere un errore per difetto, il quale però, sempre per la limitata altezza del monte, non potrà essere superiore ad un centinaio di metri.

L'innalzamento della linea nivale nel primo interstadio è stato adunque il maggiore di tutti, misurando da 400 a 500 m.; fra l'ultimo stadio e l'attualità è stato di 300 m. (Valsavaranche); nei due stadii intermedii non può quindi essere andato oltre i 200–250 metri per ognuno, visto che la somma totale deve essere di 1200 m.

Queste deduzioni sono confermate dalle indicazioni date dalle posizioni degli anfiteatri stadiali ancora conservati nelle varie valli, ad esempio in Val d'Ayas, per cui sono ammissibili.

Caratteristiche individuali dei ghiacciai würmiani in dipendenza del fattore morfologico.

Un confronto fra i ghiacciai würmiani delle valli maggiori lumeggia anche meglio l'influenza esercitata sulla loro estensione e forma dalla configurazione e dall'altitudine di ciascuna valle ed illustra le considerazioni svolte finora. Per agevolarlo ho raccolto in una tabella alcuni fra i più caratteristici dati numerici riguardanti i tre maggiori ghiacciai würmiani.

Dimensioni e dati altimetrici relativi ai ghiacciai würmiani della Stura di Lanzo (I) *dell'Orco* (II) *e della Dora Baltea* (III).

		I	II	III
1° Lunghezza della valle attuale	in Km.	30 (1)	51 (2)	107 (3)
2° » » » nel Würmiano	»	. . .	44 ? (4)	. .
3° » massima del ghiacciaio	»	25	45	125
4° » della lingua glaciale	»	21	37,5	110
5° Quota del limite delle nevi perpetue nel Würmiano	m.	1900	1950	2000
6° Quota suprema della valle	»	3676 (5)	4061 (6)	4807
7° » terminale del ghiacciaio	»	550	383	250-300
8° Larghezza massima del ghiacciaio	in Km.	1,5-2	3	9,5
9° Potenza massima	in m.	400	600	1350
10° Superficie di ablazione	in Km.^{2}	65	105	1160
11° Area di valle tributaria del ghiacciaio	»	254	337 (7)	3329
12° Rapporto fra 11° e 10°		3,8	3,2	2,87
13° Pendenza della lingua glaciale		64,5 ‰	41,7 ‰	15,75 ‰

NOTE.

(1) Dalla Levanna Orientale (3555) a Lanzo.

(2) Dal Col del Rossetto a Cuorgnè.

(3) Dal Monte Bianco ad Ivrea.

(4) Dedotta la parte fra il col del Rossetto ed il bacino dei Chiapili tributaria nel Würmiano del ghiacciaio valdostano. Vedasi la parte I.

(5) Uja della Ciamarella in Val d'Ala.

(6) Gran Paradiso. Se il ghiacciaio dell'Orco si fa incominciare dal Gran Paradiso invece che dalla Levanna, la sua lunghezza massima sarebbe stata di 39 km.

(7) Dedotta l'alta valle di cui a nota (4).

Le valli di Lanzo strette fra giogaie parallele, di altezza modesta, senza valli laterali importanti, rappresentano il tipo ideale delle valli semplici. Le due valli di Chialamberto e di Ala hanno dato origine ad un ghiacciaio che può dirsi a buon diritto gemino, perchè composto di due rami pressochè uguali congiunti soltanto alla loro estremità inferiore dal breve tratto comune Ceres Pessinetto. Le massime elevazioni rispettive Levanna Orientale (3555) e Ciamarella (3676) sono in capo ad ognuna di esse; il ghiacciaio non ha potuto uscire nella pianura ed è rimasto entro valle.

La caratteristica della valle dell'Orco è la diversità dei versanti, tanto che potrebbe essere paragonata ad una profonda fossa di raccolta, ora delle acque, ed a suo tempo dei ghiacciai del versante meridionale del colosso che la domina, il Gran Paradiso (4061). Non dai monti in capo alla valle, ma da questo gigante laterale aveva il ghiaccio würmiano veramente il maggiore alimento; il bacino di Ceresole dava bensì un affluente cospicuo ma subordinato, e come ho già spiegato era assai meno esteso dell'attuale perchè la sua porzione più alta fu tributaria del ghiacciaio augustano. La vicinanza alla pianura del poderoso massiccio del Gran Paradiso, che si sviluppa in vasti altipiani nella sua parte suprema (Noaschetta e Moncimour) spiega come da una valle relativamente modesta il ghiacciaio dell'Orco abbia potuto svilupparsi ed uscire nel piano: dirò anzi fra breve quale sia stata la ragione per cui questa espansione non fu maggiore.

Nella Valle d'Aosta tutto ha concorso all'incremento del ghiacciaio; un vasto anfiteatro di massicci elevatissimi, i supremi del Sistema, da cui le valli convergono ad un bacino centrale portandovi un tal contingente di ghiacci che per uscire dal canale di deflusso formato dalla valle inferiore, pure stretta fra monti altissimi, ha dovuto superare i 1300 metri di potenza nel tratto fra Verrès ed Arnas. Una delle cause che più hanno influito sopra questo straordinario sviluppo è la fortissima altitudine media dell'intiera valle, che come abbiamo dimostrato poche pagine prima, è superiore alla quota di 2000 metri, limite nivale del Würmiano.

Azione delle valanghe.

L'influenza dei fattori topografici (altitudine media, forme topografiche ecc.) sopra lo sviluppo glaciale è meglio che da qualunque considerazione rivelata da un indice numerico, che è il rapporto fra la superficie totale di valle che colle nevi può tributare al ghiacciaio, e la superficie di ablazione di questo, rapporto che esprime il numero di km.^{2} di superficie totale di valle per ogni km.^{2} di campo d'ablazione. Si può ritenere che sia stata tributaria del ghiacciaio o direttamente o per mezzo delle valanghe che potevano cadere su di esso, tutta la porzione di valle sopra e sotto il limite delle nevi che è a monte della sezione in cui incomincia l'anfiteatro terminale.

Per i ghiacciai della Stura questa sezione corrisponde alla confluenza e rimane a monte di Ceres; per l'Orco è la stretta a monte di Pont, non avendo la Val Soana portato al ghiacciaio alcun contributo. Per la Val d'Aosta è la sezione al ponte di Quassolo o di Andrate, o meglio ancora quella di Pont St. Martin che limita un area di poco minore, non avendo a valle di essa più ricevuto il ghiacciaio alcun affluente.

I valori di questo rapporto per la Valle Stura, Val d'Orco, e Valle Dora sono rispettivamente 3.8, 3.2, e 2.87 cioè vanno diminuendo col crescere dell'altitudine media, ed anche della grandezza della valle. Siccome nell' area tributaria di ogni valle è compresa una parte considerevole della superficie di ablazione, esse ci dicono inoltre che il rapporto di 2 ad 1 fra il campo di alimentazione e campo di ablazione si verificava non solo in Val d'Aosta ma anche nelle valli contigue, ed aveva pel versante meridionale del Sistema Alpino valore generale non sensibilmente influenzato dalla maggiore o minore altitudine.

Dov' è adunque la causa della sensibile differenza fra i tre numeri 3.8, 3.2 e 2.87 ?

Il confronto colle pendenze rispettive dei tre ghiacciai lo rivela subito; i numeri crescono col crescere della pendenza, ovverosia colla rapidità con cui la superficie glaciale di ablazione si allontana dal limite delle nevi perpetue che corre sulle montagne laterali di ogni valle. Quanto maggiore è la pendenza tanto è maggiore, relativamente per ogni singolo ghiacciaio la zona che rimane compresa fra i suoi margini e le nevi perpetue dei monti che lo fiancheggiano. Questa doppia striscia laterale sgombra di nevi nell'estate costituisce un campo di ablazione sussidiario, indipendente da quello del sistema di ghiacciai di ciascuna valle ed alimentato esclusivamente dalle valanghe, alla cui azione abbiamo già fatto cenno due volte nelle pagine e che precedono, e che possiamo ora analizzare brevemente.

Ufficio della valanga è di smaltire l'eccesso delle precipitazioni nevose sulle porzioni fortemente inclinate di un bacino montano, portandolo rapidamente sopra un suolo inferiore di minore inclinazione. Se il luogo di caduta è al disopra della linea nivale le nevi andranno ad alimentare il ghiacciaio; se al disotto scompariranno per ablazione indipendentemente da questo, salvo nel caso eccezionale che precipitassero sopra di esso, in cui contribuirebbero indirettamente alla sua conservazione, preservando temporaneamente dall'ablazione ordinaria l'area che ne ricoprono. E' evidente che l'azione della valanga nel bacino tributario di un ghiacciaio sarà tanto più efficace a detrimento di questo, quanto maggiore sarà la superficie compresa fra il limite orografico effettivo delle nevi perpetue ed i margini del campo di ablazione, la qual cosa ci è rivelata dal rapporto numerico di cui ho illustrato l'importanza, e che potrebbe chiamarsi l'indice di efficacia delle valanghe in un determinato bacino glaciale. Esso dipende essenzialmente dalle forme del terreno, e come ho già detto discutendo la questione del limite delle nevi negli stadii, aumenta di valore col diminuire delle dimensioni dei ghiacciai di ogni valle. Quest'azione delle valanghe serve anche a spiegare le enormi differenze che si trovano nel rapporto fra i campi di alimentazione e di ablazione in ghiacciai attuali, comparabili in tutte le altre condizioni all'infuori di quella delle forme topografiche.

DIFFLUENZE.

In queste valli delle Alpi Piemontesi circoscritte da creste elevatissime e non comunicanti fra loro mediante alcun profondo solco orografico longitudinale, non si verificano mai quelle transfluenze così frequenti nei ghiacciai insubrici, in cui tutte le singole correnti glaciali sono state congiunte le une colle altre da bracci completamente al disotto del limite delle nevi perpetue. In ciò stà una caratteristica differenza fra i ghiacciai quaternarii delle Alpi Piemontesi fino allo spartiacque orientale della Valsesia, e quelli insubrici fino alla catena dell'Adamello.

Apparentemente i grandi ghiacciai considerati non presentano neppure tracce di quelle diffluenze così caratteristiche nei ghiaccia lombardi dalla Toce all'Oglio, e manifeste pure nel bacino Adige-Sarca. Ma un esame più approfondito rivela anche per essi la diffluenza in forma meno evidente ma innegabile.

Nei ghiacciai insubrici molte delle diffluenze sono avvenute nella pianura: così il ghiacciaio dell'Ossola verso il lago d'Orta ed il Verbano; il ghiacciaio del Ticino verso lo stesso lago Maggiore e quello di Lugano, ecc.; invece nei ghiacciai piemontesi il fatto della diffluenza si è verificato sempre con un ramo verso la pianura e l'altro entro valle, invadente a ritroso una tributaria.

E' nella valle dell'Orco che la diffluenza è più chiara: il ghiacciaio, uscendo a Pont dalla propria valle, si bipartiva e mentre un suo ramo continuava verso Cuorgnè, l'altro irrompeva, risalendola, nella Vai Soana inferiore, come già ho detto nella parte I, rilevando che un fatto simile è accaduto pel ghiacciaio dell'Ossola in Val Strona di Omegna. Per ciò l'apparato frontale della valle dell'Orco era doppio: incominciava colle morene tuttora conservate a N di Pont sul fianco destro della Val Soana inferiore, la attraversava probabilmente verso Stroba, e risaliva il fianco sinistro della valle fino alla Madonna di Bellosguardo per congiüngersi coll'apparato di Cuorgnè. Questo sfogo laterale è forse la ragione per cui il ghiacciaio dell'Orco non si spinse più avanti nella pianura.

Nella Valle d'Aosta la diffluenza non è che una presunzione fondata sulla scarsità di morenico nella parte inferiore della Valle della Lys. Ho già insistito sopra l'analogia nella distribuzione del morenico in questa valle e nella Val Soana, cosicchè sembra assai probabile che il ghiacciaio würmiano abbia mandato un suo ramo in questa valle risalendola per lo meno fino ad Issime. Nel qual caso l'apparato frontale completo del ghiacciaio valdostano incomincierebbe anche qui a sinistra sul fianco occidentale della Val Lys, ed il morenico che si trova sulla sinistra della valle maestra dal Plan de Chenally fino allo inizio della Serra, anzichè essere una morena laterale, ne farebbe parte col carattere di morena incidente analoga a quella di Masino nell'anfiteatro eporediese.

Il quaternario in Val d'Aosta e nelle valli del Canavese

INDICE GENERALE

PARTE I.

Vol. XLII, pag. 251.

Il morenico nelle valli del Canavese.

La Val Chiusella, 253. — *I depositi morenici prewürmiani*, 255. — *Il bacino di Rueglio*, 258. — *Il bacino di Issiglio*, 259. — *La valle dell'Assa*, 259. — Il massiccio della Verdassa, 260. — La valle dell'Orco, 261. — *L'apparecchio frontale*, 262. — *Le morene laterali entro valle*, 263. — *Il bacino superiore*, 264. — La val Soana, 265. — *Ramo del lago d'Orta del ghiacciaio dell'Ossola*, 268. *Tracce di glaciazioni prewürmiane*, 269. — *Falde orientali del Monte Soglio*, 271. — *Valli dei Tessi*, 271. — La Val Grande di Lanzo, 273. — Gli stadii postglaciali, 275. — La crosta eluviale delle pendici prealpine esterne, 277.

PARTE II.

Vol. XLIV, pag. 203.

Il ghiacciaio würmiano della Val d'Aosta.

Cenni bibliografici, 204. — Considerazioni topografiche, 205. — Limite delle nevi permanenti nel Würmiano, 209. — Le morene würmiane entro valle, 213. — *Morene di destra*, 214. — *Morene di sinistra*, 217. — Forma, dimensioni e caratteri del ghiacciaio, 219. — *Profilo longitudinale del ghiacciaio würmiano*, 219. — *Proporzione fra ghiacciaio e nevato*, 224. — *Aree non coperte dal ghiacciaio*, 227. — *Volume del ghiacciaio*, 227. — Portata probabile del ghiacciaio, 228. — Le precipitazioni nel Würmiano, 236.

PARTE III.

Vol. XLV, pag. 137.

Gli stadii postwürmiani.

Stadii e soste, 138. — *Modo di ritirata dei ghiacci nella valle*, 139.

CAPO I. — LA VALLE INFERIORE, 140. — Valle principale, 140. — *La sosta di Verrés*, 143. — *L'oscillazione di Châtillon*, 145. — *Lo stadio di Chambave*, 150.

CAPO II. — LE TRIBUTARIE DELLA VALLE INFERIORE, 153. — *Ultra escavazione e valli pensili*, 153. — *Le valli minori di destra. Champorcher, Chalame, Clavalité*, 154. — *Le grandi valli di sinistra.* — Val della Lys, 157. — Valle dell'Evançon, 160. — La Valtournanche, 163.

CAPO III. — LA VALLE SUPERIORE, 165. — Il circo delle Graie, 167. — *La Côte de Gargantua*, 168. — Il circo Balteo, 172. — La Valdigne, 174. — *Le morene laterali*, 175. — Terreni prewürmiani non glaciali: *I travertini*, 177.

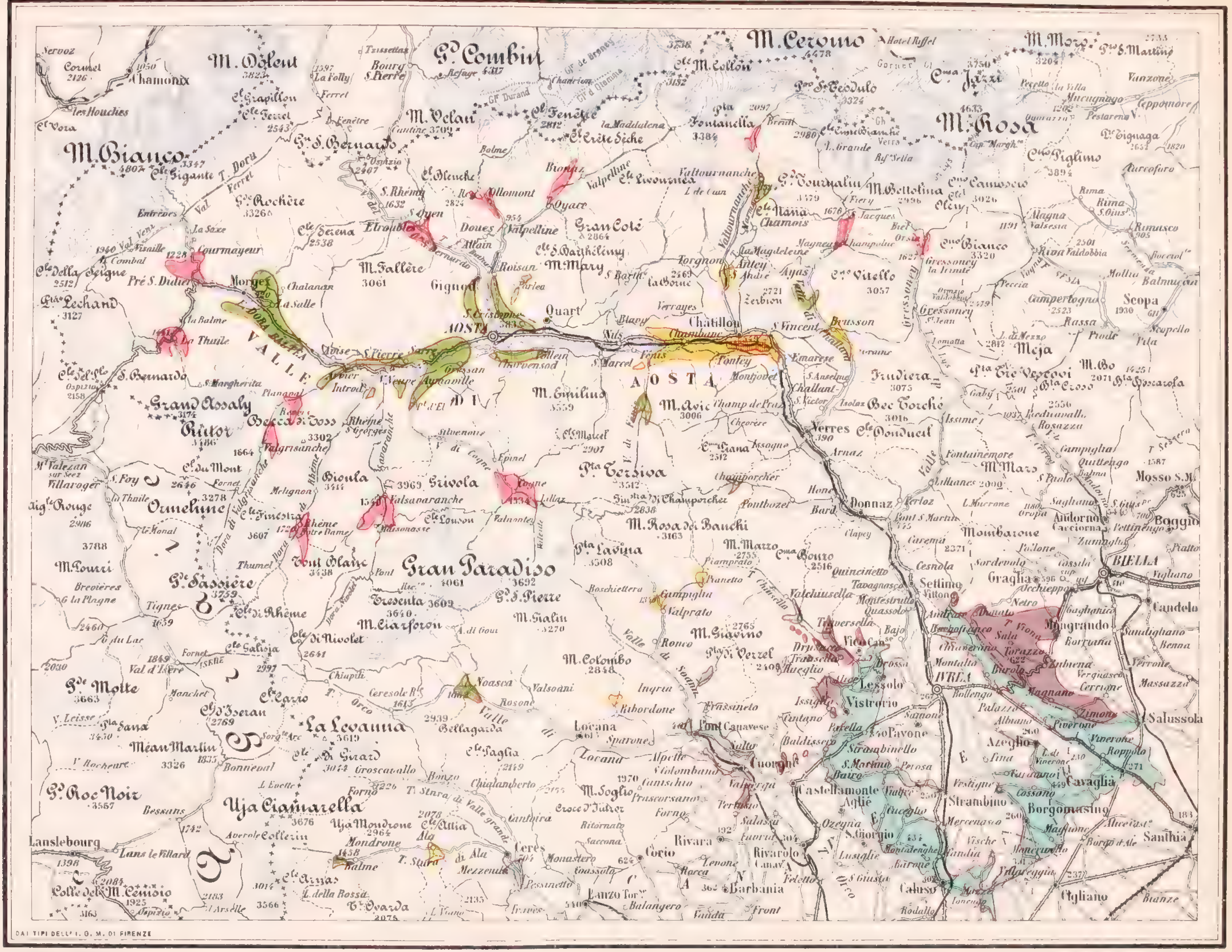
CAPO IV. — CONCLUSIONI, 180. — *Prewürmiano e terrazzi in roccia*, 181. — *Morene laterali würmiane*, 181. — *Stadii postwürmiani.* — *Oscillazioni* 182. — *Equivalenze cronologiche*, 182. — *Quote stadiali della linea nivale*, 183. — *Caratteristiche individuali dei ghiacciai würmiani in dipendenza del fattore morfologico*, 189. — *Azione delle valanghe*, 191. — Diffluenze, 193.

Gli apparati frontali dei ghiacciai quaternari

nelle valli della Dora Bàltea, dell'Orco e della Stura

Boll. R. Com. geol. d'Italia, Vol. XLV

V. NOVARESE, Tav. I


M. Dòlent
Chamonix
Gᵈ Combin
M. Cervino
M. Moro
M. Bianco
M. Velan
Gᵈ S. Bernardo
Courmayeur
Pré S. Didier
La Thuile
M. Fallère
Gignod
Aosta
Quart
Châtillon
Chambave
S. Vincent
Brusson
M. Rosa
Cᵐᵃ Jazzi
Cᵒˡ S. Teodulo
Valtournanche
Gressoney
Alagna
Valsesia
Scopa
Varallo
Cᵐᵃ Bianco
M. Emilius
M. Avic
Bec Torchè
Verres
Donnaz
Bard
Pont S. Martin
Mombarone
Biella
Candelo
Graglia
Mongrando
Ivrea
Lessolo
Vistrorio
Settimo Vittone
Borgofranco
Zimone
Salussola
Piverone
Viverone
Roppolo
Cavaglia
Azeglio
Borgomasino
Strambino
Santhià
Cigliano
Caluso
Cuorgnè
Castellamonte
Agliè
Rivarolo Canav.
Barbania
Corio
Rivara
Lanzo Torᵉˢᵉ
Ceres
Ala
Balme
Locana
Noasca
Ceresole R.ˡᵉ
Valprato
Traversella
Brosso
Grand Assaly
Ruitor
Becca di Noss
Valgrisanche
Rhême Notre Dame
Valsavaranche
Grivola
Cogne
Gran Paradiso
Pᵗᵃ Tersiva
M. Rosa dei Banchi
Tresenta
M. Ciarforon
Gᵈ Sassière
Tignes
Val d'Isère
Cᵒˡ Galisia
Cᵒˡ Iseran
Gᵈᵉ Motte
La Levanna
Uja Ciamarella
Gᵈ Roc Noir
Mean Martin
Bessans
Lanslebourg
Colle del M. Cenisio
Bonneval
Uja Mondrone
VALLE DI AOSTA
DORA BALTEA
α
β
γ
δ
ε
DAI TIPI DELL' I. G. M. DI FIRENZE

Proprietà artistico-letteraria

IST. GEOGR. DE AGOSTINI (Soc. Anon. Editr.) - NOVARA

🟪 **Prewürmiani** (Rissiano, Mindeliano ?).

🟦 **Würmiani.**

▨ **Postwürmiani:** α) Alluvioni dell'oscillazione di Châtillon (Achen).

🟨 " β) Stadio di Chambave (Bühl).

🟩 **Postwürmiani:** γ) Stadio di Aymaville (Gschnitz).

🟥 " δ) Stadio di Courmayeur (Daun).

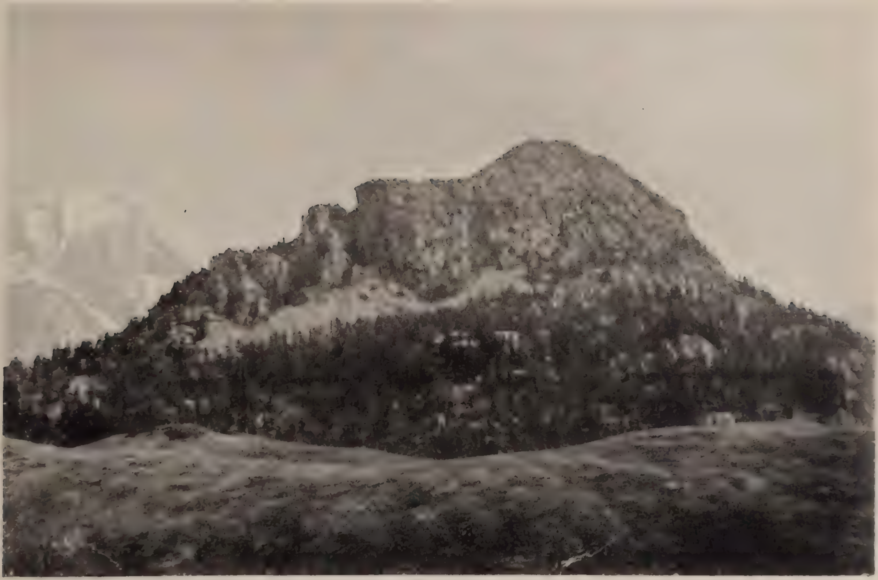


Fig. 1 — Mont Chetif (*2343*). Courmayeur. - Arrotondamenti glaciali della vetta

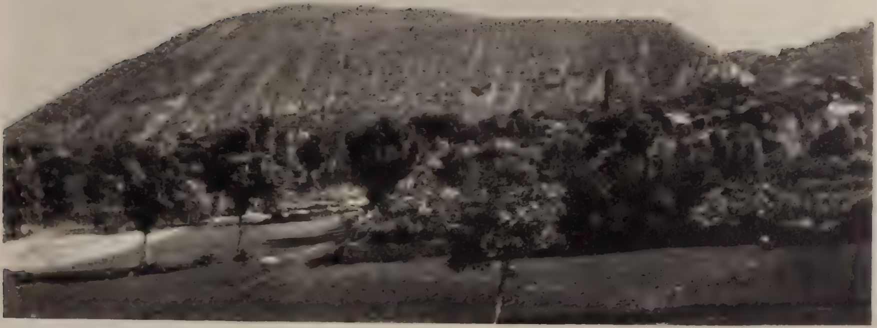


Fig. 2 La Côte de Gargantua presso Gressan. Morena dello stadio di Aymaville

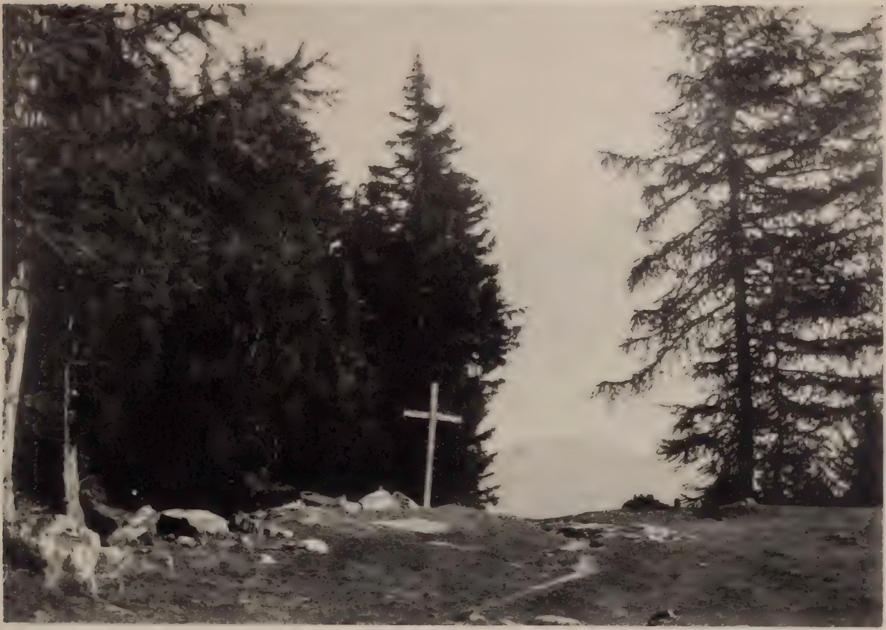


Fig. 1 — Col de Joux (*1638 m.*), che fu scavalcato dal ghiacciaio maestro

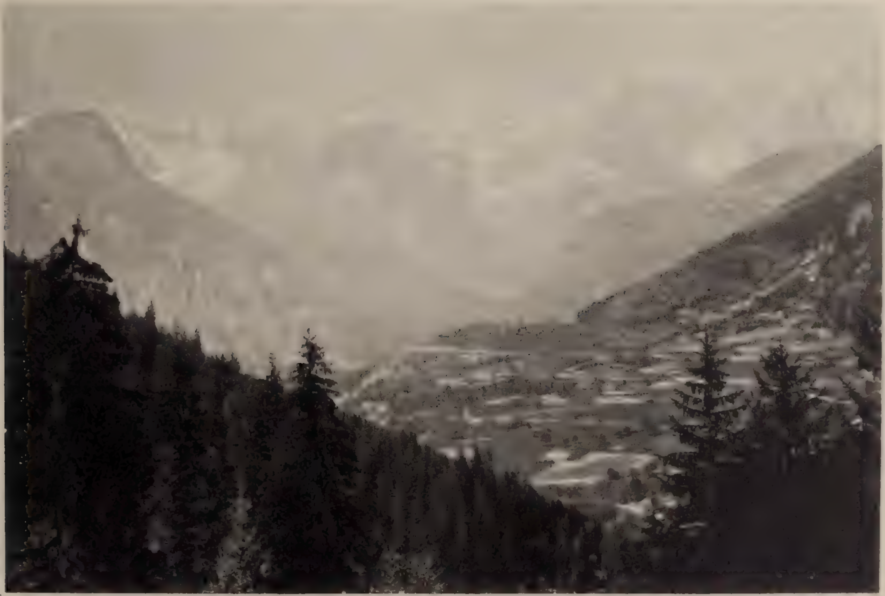


Fig. 2. — La morena stadiale di Courmayeur veduta dalla strada del Piccolo San Bernardo sopra Prè Saint Didier.

FOTOINCISIONE O. S. MICHELE - ROMA

III.

VENTURINO SABATINI

CONSIDERAZIONI SISMOLOGICHE

A proposito del terremoto di Linera dell' 8 Maggio 1914

Il Dott. Martinelli, al quale si deve l'istituzione d'una critica sismologica molto minuziosa, che egli, con l'abituale modestia, chiama « rassegna », a proposito delle mie *Note sul terremoto di Linera dell'* 8 *maggio* 1914,[1] scrive che io « evidentemente ignoro » che a Pennisi e alle Grazie « i danni si verificarono il giorno 7 maggio alle « 18h ½ e furono solo di poco aggravati dalla scossa dell'8, ciò « che fa escludere del tutto la possibilità d'includere la regione Pennisi-Grazie nell'area epicentrale del terremoto di Linera ».[2]

Se però il Dott. Martinelli, che fu sempre assai diligente nelle sue critiche, avesse letto attentamente ciò che ho scritto a pag. 267 della mia memoria avrebbe trovato che furono i muri abbattuti il 7 che allarmarono la popolazione, la fecero uscire all'aperto, e la salvarono dalla scossa dell'8; e a pag. 269 avrebbe appreso che la frattura di Pennisi, causa per me probabile, sia pure in parte, dei danni di Fiandàca e delle Grazie, « fu una riapertura *che avvenne « il 7 e si accrebbe l'*8 ».

Perciò « evidentemente », ma contrariamente all'affermazione del Martinelli, io non ignoravo che la scossa del 7 fu così disastrosa da produrre crollamenti. La discrepanza fra me e il mio egregio contradittore sta nella valutazione delle due scosse. Pel Dott. Martinelli quella del 7 « fu di poco aggravata l'8 »; per me le due furono ugualmente forti, *e quindi i danni del 7 furono di molto, e non di poco, aggravati il giorno dopo.* In tale affermazione sono d'accordo col Prof. G. Platania, che stampò essere state le due scosse « d'intensità poco diversa[1] ». E il Platania è buon testimone, poichè è nato e vive gran parte del suo tempo in Acireale, e de' fenomeni delle regioni etnee è diligente ed assiduo studioso, tanto che fu guida preziosa a tutti coloro che si recarono a visitare gli effetti del terremoto in discorso.

---

[1] Boll. Com. Geol. d'It., 1914.

[2] Boll. Soc. Sism. It., 1915.

Se dunque lo scuotimento disastroso che si manifestò a Malati Linera e Passopomo, mentre si attenuò nei dintorni di tali abitati, ebbe un forte rinforzo nella Regione Pennisi, tanto da uguagliarvi la scossa del giorno prima — che anche secondo il Martinelli fu abbastanza disastrosa — era logico ritenere che questa regione dovesse rientrare nell'area epicentrale.

Una simile deduzione era tanto più logica in quanto io nell'epicentro ho incluso due zone, quella di rovina completa e quella di rovina forte ma parziale. Nè ho dimenticato di aggiungere che la mia era « una prima approssimazione », ciò che significa che studii successivi e più estesi potevano correggerla, proprio come per l'epicentro segnato dal Martinelli in un suo studio preliminare.[2] Difatti i dissesti dei dintorni dello sbocco Nord della galleria di Santa Tecla, che il Prof. Platania ed io mettemmo nell'area epicentrale, il Martinelli relega al VII grado Mercalli, mentre il binario vi fu contorto, una garitta abbattuta, e vi furono case crollate completamente a monte e a valle, oltre la casa Greco crollata in parte.[3] Chè se il muro di sostegno della trincea ferroviaria fu dissestato e demolito solo in qualche punto ciò fu dovuto alla sua solida costruzione. Ad una eguale conclusione potrei venire pel cimitero di Zafferana (Rocca d'Api), le cui tombe furono sconvolte nel modo da me descritto e figurato [1] e che, mentre Platania ed io includemmo del pari nell'area epicentrale, il Dott. Martinelli mise nell' VIII grado.[2]

---

[1] *Sul periodo sismico del maggio 1914*, ecc. R. Ac. di Acireale, 1915, nota 1 a pag. 32 dell'estratto.

[2] Boll. Min. Agr., luglio 1914.

[3] V. SABATINI, loc. cit., pag. 272.

Ma ciò che per me era essenziale era di stabilire se, secondo l'ipotesi di Platania, la direzione degli assi degli epicentri — contemporanei o successivi, a me poco importava — coincideva con quella delle zone fratturate — ciò che m'importava moltissimo, giacchè ne risultava una forte presunzione sulla causa, o sopra una delle cause del disastro.

Il Dott. Martinelli dice pure essere di « opportunità dubbia » il rapporto fra il numero delle case crollate e quello degli abitanti. Invece si tratta d'un concetto già applicato e di evidente « opportunità ». Senza arrivare alla concezione del compianto Mercalli che riteneva essere « in generale evidente che la violenza d'un terremoto « si argomenti non dal numero *assoluto*, ma da quello *relativo* dei « morti e feriti »,[3] è noto che in generale i danni di un terremoto si sono sempre valutati dal rapporto tra il numero delle case cadute e il numero delle case esistenti o delle famiglie.

Ma andava notato che fui proprio io ad osservare che tale valutazione è poco precisa, e che è errato considerare la « casa », che è assai mal definita, come sinonimo di « famiglia », ed è quindi errato dedurre il numero delle case, che non sempre è calcolato ed è sempre male calcolabile, da quello delle famiglie che è calcolato nel censimento. Io perciò consigliai di sostituire all' unità « casa » l'unità « vano » che è meno incerta.[4] Però soggiunsi che, mancando il secondo elemento, si doveva per necessità accontentarsi del primo, considerandolo all' occorrenza come equivalente dell'elemento « famiglia ». E se ne accontentava anche Mercalli, come può vedersi dalle tabelle da lui pubblicate.[1] Il ragionamento su cui si fonda tale valutazione è molto semplice. Difatti si sa che nei piccoli centri ad ogni casa corrisponde una famiglia, poichè con l' aumento continuo della popolazione non solo non restano case vuote, ma se ne costruiscono di nuove per le nuove famiglie, ciò che permette di sostituire il numero di queste al numero di quelle. Ciò posto io ho considerato che la famiglia, in generale ed in media, si compone di quattro persone[2] con variazioni di un decimo (da 3,9 a 4,1) nel maggior numero dei casi. Così dall' ultimo censimento, limitandoci alle località colpite dal terremoto dell' 8 maggio, risulta che il numero medio di membri delle famiglie è rispettivamente:

---

[1] Loc. cit., pag. 278 e seg.

[2] I forti dissesti delle tombe potrebbero sembrare in disaccordo col porticato rimasto in piedi, sebbene più o meno danneggiato ne' suoi diversi punti. Ma in uno studio definitivo e completo l'esame della struttura di tale porticato avrebbe potuto spiegare l'anomalia, che io spiegai sommariamente dopo un rapido esame (pag. 278).

[3] *Contributo allo studio del terremoto calabro-messinese del 28 dicembre 1908.* Atti R. Ist. d'Incoragg., Napoli, 1909, pag. 14 dell'estratto.

[4] *Contribuzione allo studio dei terremoti calabresi.* Boll. Com. Geol., 1909, Roma, 1910, § 7.

Zafferana	4,1
Fleri	3,6
Viagrande	3,8
Tremestieri	3,9
Guardia Sciare	4,1
Pisano	3,9
Bongiardo	3,9
Cosentini	4,1
Linera	4,1
Santa Venerina	3,9
Mangano	3,8

Quindi il numero delle case, ammettendo sia uguale a quello delle famiglie, è proporzionale al numero degli abitanti; e perciò al rapporto case cadute a case totali si può sostituire l'altro di case cadute ad abitanti,[1] col coefficiente di proporzionalità $\frac{1}{4}$. Da ciò risulta che io non « ignoravo » nulla, ma, salvo un piccolo cambiamento di forma, quale la sostituzione degli abitanti alle famiglie, non ho fatto che seguire il metodo adottato da molti sismologi, in mancanza di elementi più precisi. Del resto le deduzioni che si tirano da tali valutazioni non hanno nulla da perdere, perchè sono infette da errori dello stesso ordine.

---

[1] Loc. cit.

[2] Nelle famiglie così considerate rientrano gli scapoli come famiglie di una persona, senza di cui la media del numero di membri delle famiglie salirebbe a cinque, secondo è ammesso nei progetti del Genio Civile.

Il Dott. Martinelli mi fa dire che l'interpretazione dei fatti prodotti dal terremoto sia difficile. Mi duole che le mie parole non vengano riferite esattamente. Io ho detto che sono fallaci « i calcoli « dell'intensità e direzione delle scosse sulla base degli effetti pro- « dotti » come poteva capirsi alla sola lettura del titolo dell'ultimo paragrafo della mia memoria. Il mio sarà « un concetto noto universalmente », ma ciò non toglie che molti studiosi di moti sismici furono di diverso parere e credettero dai fatti osservati poter dedurre il valore dell'intensità e la direzione delle scosse. Anzi ritennero che perfino la profondità dei centri sismici, che molte volte non esistono affatto, e molte altre hanno estesissime e non definibili localizzazioni, si potesse calcolare dalla rappresentazione grafica del terremoto, cioè dalle curve supposte isosismiche (taluni ricorsero addirittura alle omosismiche), e che invece per ora sono intenzionalmente ciò che io chiamerò *isoblabiche*, ma co' danni valutati ad occhio e croce e nei soli siti dove c'è roba molto evidentemente danneggiabile. Non sarà inopportuno ricordare qui l'opinione di F. Fouqué, esposta nel suo piccolo volume su *Les tremblements de terre*,[2] a proposito delle isosisme. Il volume sarà un po' antiquato, ma il tracciamento di tutte le specie di curve sismiche (isosismiche, omosismiche, isoblabiche) da quell'epoca non è affatto divenuto migliore.

Fouqué dunque, a proposito della posizione dei centri di scossa, « ou ce que l'on appelle encore quelquefois le *foyer* d'un séisme », dice:[1] « Assurément ces conclusions, considérées comme absolument « rigoureuses, dépassent la limite des observations, car la décrois« sance de l'intensité des secousses d'un tremblement de terre n'a « jamais été déterminée mécaniquement avec précision; jamais on « n'a donné un tracé certain des courbes isoséistes et même on est « en droit de se demander si le défaut d'homogénéité des masses « qui composent l'écorce terrestre n'empêchera pas à tout jamais « d'atteindre le degré d'exactitude cherché...... ». E più avanti:[2] « Quand les courbes isoséistes seront tracées *non plus d'après les « effets mécaniques produits* GROSSIÈREMENT APPRECIÉS, *mais d'après « les intensités véritablement établies d'une façon scientifique, on sera « encore en butte à de nombreuses causes accidentelles d'inexactitude* « DONT L'INFLUENCE EST LOIN D'ÊTRE NÉGLIGEABLE ».

---

[1] Dopo i terremoti disastrosi importa agli ufficii tecnici locali il conteggio del numero delle case danneggiate e crollate, e non già il numero delle case totali, e pel sismologo non c'è convenienza a far da sè un tale conteggio.

[2] Paris, Baillière, 1889.

E Suess ha scritto: « Il tempo in cui bastava disegnare delle « grandi linee ellittiche, o circolari, sulla superficie del paese e cer« care la profondità d'un centro a mezzo della inclinazione di emer« genza sopra muri rotti, è fortunatamente passato ».[3]

Le isosisme dunque, chiamiamole pure così, sono la rappresentazione grafica d'un fenomeno pieno d'incognite e d'incertezze, e debbono risentirsi di tali incertezze e di tali incognite, anche se tracciate bene, cioè, come dice benissimo il grande Maestro da me citato, non dai danni più o meno grossolanamente accertati (e variabili a seconda degli osservatori, aggiungo io), ma *dalle intensità determinate in modo scientifico*, ciò che nemmeno oggi — a ventisette anni di distanza — è divenuto possibile di fare. Peggio ancora poi quando i danni alle costruzioni sono valutati da chi della scienza delle costruzioni non si è mai occupato; quando il tracciamento si fa a tavolino, sulle informazioni dei sindaci, di cui si fidava il buon Mercalli,[4] e che arrivano a dichiarare *tutto a terra* l'abitato che sta

---

[1] Pag. 86.

[2] Pag. 113.

[3] In F. DE MONTESSUS DE BALLORE, *La Science Séismologique*. Paris, Colin, pag. 86.

[4] Le « informazioni ufficiali dei sindaci ai prefetti », loc. cit., pag. 14 dell'estratto.

tutto in piedi, o quando quel tracciamento si fa dopo due o tre giorni di escursioni affrettate e con modesti mezzi di trasporto; e finalmente quando essendo digiuni di Geologia si determina la natura del suolo o con un discutibile esame diretto, o in base alle carte geologiche che sono necessariamente a scala troppo piccola e con nomenclatura troppo sommaria per uno studio sismico.

A proposito di carte geologiche, e in appoggio di quanto precede, noterò prima di tutto che la loro scala è ordinariamente al 100 000. Vi sono le minute, in generale al 50 000, ma chi le desideri deve ricopiarsele dopo ottenutane l'autorizzazione, poichè si tratta di documenti inediti. Inoltre nelle carte geologiche spesso le diverse formazioni sono indicate complessivamente, come ad esempio « calcari ed arenarie dell'eocene », se alla scala adottata non può farsene la separazione, la quale invece in diversi casi dovrà fare da sè chi studia un terremoto sul terreno. E così pure non è mai indicato lo *stato* delle diverse formazioni, per cui chi ad esempio guardi le carte della Calabria, e trovi segnato « graniti » può credere si tratti della roccia omonima utilizzata per tante nobili costruzioni, e invece arrivando sul terreno trova in qualche sito ciò che si attendeva, ma in generale non trova che una massa sabbiosa più o meno coerente od incoerente, che a primo aspetto si scambierebbe con arenaria disfatta. In qualche località si sono addirittura scambiate le sabbie dovute a disfacimento del granito e rimaste *in sito* con le sabbie alluvionali del quaternario. Quindi se tali carte sono un ausilio prezioso pel geologo, pel sismologo invece, se non è edotto dei metodi della Geologia, costituiscono un complesso di enigmi molto imbarazzanti.

Ma da quanto ho detto sulle curve sismiche, anzi blabiche, così determinate, e che naturalisti eminenti avevano già detto prima di me, fino a farmi dire che queste curve non servono a nulla ci corre. E appunto, ad evitare di essere frainteso, in una nota alla pag. 251 della citata mia memoria, mi ero spiegato chiaro, ma sembra che quelle righe siano sfuggite al Dott. Martinelli, forse perchè a caratteri minuti di un piè di pagina. Sono perciò obbligato a spiegarmi anche più chiaramente. Le curve sismiche, anche se determinate con rapide corse, o se determinate a tavolino con le indicazioni dei giornali o con quelle molto vaghe d'antichi autori, possono dare indicazioni *qualitative*, se non *quantitative*, di molta importanza, poichè, sempre a condizione di essere bene interpretate, rendono utili servigi, essendo per ora ciò che vorrei dire i soli *ferri del mestiere* di cui dispone quella parte della Sismologia che si potrebbe chiamare Sismologia Grafica o Sismografia, se tale titolo non avesse già un altro significato.

⁂

Ho accennato più avanti ai centri sismici o ipocentri come si disse dipoi, credendo con un mutamento di parola di precisare un concetto errato in teoria e molto elastico in pratica, salvo nei casi particolari dei terremoti vulcanici, dovuti ad esplosione o ad altra causa sempre molto localizzata, e di quelli di sprofondamento (di *franamento* come li chiamò Hoernes) che sono generalmente molto localizzati anch'essi avendo quasi sempre la loro causa in uno spazio più o meno piccolo della massa terrestre. Ma per i grandi terremoti o terremoti tettonici è un' altra cosa. Per questi la Scienza ha già trovato un secondo nome che non potrebbe essere più felice, tanto è parlante all'immaginazione, ed esprime con una sola parola l'intero concetto che definisce : *terremoti di assestamento.*

Difatti, poichè, con buona pace dei contradittori, un terremoto molto esteso e quindi anche molto forte è un fatto geologico nel senso più completo della parola, ecco quale è pel geologo il concetto di tale terremoto : la crosta terrestre, dice De Lapparent, « est « une véritable marqueterie composée d'une foule de compartiments, « différents de composition et de structure, qui ont dû jouer maintes » fois les uns par rapport aux autres ».[1]

Prima di proseguire fermiamoci un istante sulla parola « marqueterie » che taluno si compiace di adoperare senza tradurla in italiano e correndo il rischio di mutarne il significato, come avviene ogni giorno per tante parole forestiere trasportate di peso nella nostra lingua. « Marqueterie » vale intarsio, intarsiatura, cioè aggiustamento di pezzetti diversi secondo un disegno qualsiasi e senza interstizii, formanti uno strato più o meno sottile sopra un altro corpo convenientemente preparato. Evidentemente De Lapparent applicando la parola « intarsio », già da altri adoperata nello stesso significato, ha alluso alla parte superficiale della Terra, perchè è quella nella quale le dislocazioni sono maggiori, e più facili i movimenti che ne derivano, ed è pure quella su cui noi li percepiamo. Ma a tutto rigore non d'intarsio si tratta, ma d'intarsiatura costituita di più intarsii sovrapposti e che naturalmente non esiste in quell'arte dell'ebanisteria nella quale non c'è motivo per sovrapporre l'uno all'altro parecchi intarsii. In tal senso si potrebbe con maggiore approssimazione parlare dell'insieme dei conci d'una costruzione, fatta astrazione dalle loro forme regolari e dai rapporti fra le dimensioni.

---

[1] Prefazione all'opera: *Les tremblements de terre* di F. De Montessus de Ballore, Paris, Colin, 1906.

Bisogna però subito soggiungere che i terremoti tettonici costituiscono un fenomeno assai complesso perchè possa esser definito con una breve locuzione, a cui De Lapparent, che fu sempre modello di precisione nel linguaggio scientifico, non ha certo voluto dare il significato di definizione completa, come appare dalle sue stesse parole. E questo tanto più in quanto il fenomeno si collega a condizioni che ignoriamo del tutto, e a condizioni su cui l'accordo è tutt'altro che stabilito. Sarà quindi opportuno vedere, fin dove è possibile, che cosa ci sia sotto la « marqueterie » o l'intarsio di cui si compone la superficie terrestre.

Occorre però far prima una riserva sulla parola « crosta », entrata nel linguaggio scientifico per designare la parte più esterna della massa terrestre, quando, essendo in onore la teoria del nucleo fluido (dotato di mobilità), la parte solida che l'avvolgeva aveva un significato ben definito. Oggi invece che quella fluidità non è più ammessa, dopo le ricerche di Lord Kelvin e d'altri matematici, le cui conclusioni la moderna Sismologia ha confermato in modo inatteso, oggi il concetto di « crosta » pare destinato a scomparire o a modificarsi. Difatti, facendo astrazione dalle rocce sedimentarie, potrebbe non esistere una separazione netta della parte più vicina alla superficie dal resto della massa terrestre ove si dovesse ammettere che i passaggi siano graduali dalla prima alla seconda.[1] E se a tale conclusione si dovesse venire potrebbesi ancora adoperare la parola « crosta » per la parte più esterna della Terra, ma limitando questa parte agli strati più fratturati e più liberi di muoversi (di assestarsi). In tal caso la crosta dovrebbe avere uno spessore minore di quello che le si attribuisce, perchè si dovrebbero escluderne le parti più stabili e più profonde.

Ciò posto, ognuno degli strati della Terra, fra quelli accessibili alle nostre ricerche, è costituito di parti adiacenti di natura diversa per composizione, per elasticità o rigidezza e per coerenza. Questi strati sono sottoposti all'azione della gravità, e quindi ognuno è spinto verso il basso dal proprio peso e da quello degli strati superiori, e resta fermo fino a quando non vengono meno le resistenze al suo movimento, dovute a tutto ciò che lo sostiene e alle sue forze molecolari. In origine queste resistenze andarono diminuendo sopratutto pel disperdersi del calore interno e quindi pel contrarsi della pirosfera. Tale contrazione o la diminuzione dell'energia «calore » fu perciò la causa occasionale per cui le prime masse della crosta (la quale allora effettivamente esisteva) e che appartenevano a strati con andamento regolare (concentrico al nucleo), cominciarono a discendere. Trovandosi così obbligate ad occupare spazii con base sempre più stretta si svilupparono potenti reazioni laterali, crescenti con la profondità al pari delle pressioni superiori, e nacquero le prime dislocazioni fatte di pieghe e rotture che accidentarono la superficie della Terra dandole un rilievo. La distruzione totale o parziale di tale rilievo produsse i materiali che andarono a depositarsi nelle parti più depresse, coprendole di nuovi strati, ai quali altri ed altri se ne aggiunsero più tardi con lo stesso processo.

---

[1] Non è il caso di entrare in particolari sull'argomento, bastando solo accennare che oggi pare si vada stabilendo l'accordo sull'ipotesi che la Terra sia costituita di tre parti:

1) *litosfera* esterna, di alcune decine di chilometri di spessore, corrispondente a ciò che ordinariamente si chiama « crosta »;

2) *pirosfera*, con una temperatura così elevata da esser dotata di una fluidità allo stato potenziale, poichè sarebbe rigida sotto le enormi pressioni che sopporta, e passerebbe allo stato di mobilità solo nei punti in cui la pressione diminuisce sufficientemente, e quando tale diminuzione si verifica;

3) *barisfera* centrale, sempre completamente rigida, qualunque la sua non determinata temperatura.

Fatta quindi astrazione dalle regioni vulcaniche ed attive, la Terra sarebbe tutta solidificata sull'intera estensione del suo raggio; e fatta astrazione dalle rocce sedimentarie, che sono il prodotto d'una separazione meccanica e chimica degli elementi delle rocce primitive, non c'è ragione per non ammettere che la massa terrestre, almeno fino ai limiti della barisfera, presenti dei passaggi graduali di composizione, in senso più lato verso la superficie e in senso sempre più stretto in profondità.

Oggi gli strati terrestri accessibili alle nostre ricerche mostrano due forme ben distinte tettonicamente, oltre quelle graduali intermedie, a seconda che si trovano in alto o in basso della serie. Quelli più alti, obbligati a restringersi orizzontalmente si comportano in tre modi diversi, e come già si comportarono fin dai primi tempi della loro formazione: alcune parti sotto l'azione delle pressioni superiori, delle azioni e reazioni[1] sottostanti e laterali, e delle forze molecolari si frantumano e si restringono (si rassettano) sempre più; altre si corrugano inflettendosi, trasformando le spinte in sforzi interni di trazione e di compressione e producendo o preparando rotture; altre finalmente più resistenti restano come corpi rigidi, sommersi o galleggianti, sospinti dalle onde di questo mare di pietra. Gli strati più bassi nella serie invece, corrugatisi e fratturatisi quando erano meno gravati perchè gli strati superiori non esistevano, oggi sono sottoposti ad una compressione così forte, e in uno spazio sempre più ristretto, che non è più possibile in essi alcuna soluzione di continuità, e quindi nè corrugamenti, nè fratture.

Si può concludere che le masse più antiche sono diventate col tempo le più stabili, non solo in profondità, ma anche in superficie dove formano delle barriere rigide (*Horst* dei tedeschi) che si sollevano dal basso resistendo alle reazioni che sospingono talvolta contro di loro le masse più recenti, e contribuendo ad accentuarne il dislocamento, rendendole più instabili. Quindi si può enunciare il principio che *i terremoti vanno perdendo terreno concentrandosi sempre più, nel tempo verso le parti più alte della massa della Terra, e nello spazio verso le parti più recenti della sua superficie.*

---

[1] Se una parte d'uno strato appoggia sopra altre parti laterali e sottostanti si trova sottoposto alle loro reazioni, alla gravità e alle proprie forze molecolari; ma se le parti adiacenti spingono anch'esse si dovranno aggiungere le spinte.

Per dare un' idea delle pressioni a cui sono sottoposti gli strati terrestri ricorderò che dalla metà del secolo passato a tutt'oggi molti fenomeni di decompressione e di detrazione sono stati osservati nelle superficie messe in libertà dai lavori di cave e di miniere, e che dai tedeschi furono chiamati *Bergschläge*. Sono fatti riassunti da A. Rzehak [1] e che mostrano come in punti dove le rocce sono più dure, più compatte e meno fessurate possono avvenire esplosioni, accompagnate da detonazioni, che demoliscono non solo i fronti d'avanzamento, ma anche gallerie già armate. Il materiale, ridotto in grani minuti e in blocchi che possono raggiungere parecchi metri cubi, è lanciato con tale violenza da uccidere gli uomini e dissestare i sotterranei. In superficie si producono scuotimenti con tutti i caratteri dei terremoti. In uno degli scoppii della miniera di litantrace di Dortmund l'esplosione avvenne a 3-400 m. di profondità, e l'area scossa ebbe 10 chilometri di raggio, con epicentro circolare avente un raggio di 2 chilometri. Vi furono scosse immediatamente antecedenti e susseguenti, il suolo si fratturò, suonò la campana della chiesa. Effetti così considerevoli a profondità inferiori ad un chilometro possono far intendere che cosa può avvenire a 20-30 chilometri. E salendo ad un ordine più vasto di fatti non è azzardato supporre che nella produzione dei frammenti astrali un tale fenomeno concorra a moltiplicare il frazionamento da cui risultano le meteoriti e le polveri cosmiche.

In uno strato o in un fascio di strati si chiama *compartimento* una parte qualsiasi, limitata da una serie di fratture, senza che sia necessaria l'uniformità di composizione, e che può avere un' estensione limitata o anche di centinaia di chilometri. Basta la definizione per capire perchè un compartimento o un insieme di compartimenti vicini si trovino spesso in un certo equilibrio instabile che la minima causa occasionale potrà turbare, derivandone un movimento di massa con scuotimento dei compartimenti vicini, e potendo accadere che i compartimenti che si abbassano obblighino qualche compartimento adiacente a sollevarsi e viceversa. Causa effettiva del movimento sarebbe la gravità, ove le masse circostanti fossero fisse, e la gravità più le forze derivanti ove queste masse spingessero lateralmente; causa occasionale [1] sarà il cessare delle resistenze al movimento, cioè delle forze molecolari cimentate oltre i limiti d'elasticità nelle parti meno resistenti dei compartimenti a contatto, e il cessare delle reazioni adiacenti. Può darsi che uno o più compartimenti in seguito a movimenti precedenti siano rimasti sospesi, appoggiati ai compartimenti vicini o siano restati a contrasto fra loro, e che una soluzione di continuità si sia determinata. La decompressione che seguì il movimento precedente può avere prodotto una demolizione che riempì parzialmente e imperfettamente il vuoto. Ora al cedere delle forze elastiche l'insieme può abbassarsi di colpo.

---

[1] Proc. verb. 22 janv. 1907, Soc. Belge de Géol., Pal. et Hydr.

Il movimento si potrà ottenere altresì coll'ingrandirsi di una vecchia frattura, o col prodursene una nuova. Pure in questo caso, a causa della rottura, ci sarà decompressione e in generale anche detrazione. Notiamo subito però che si tratta d'un fenomeno *certamente non localizzato*, ma esteso a tutta la superficie della frattura, e quindi spesso non solo all'intero fianco del compartimento smosso, ma anche al fianco di altri, che si troveranno così preparati per un movimento posteriore. In questo caso però non si deve pensare che si tratti d'un terremoto d'esplosione, poichè l' esplosione è insita e non estranea alla massa che si muove, ed è estesa ad un' area comparabile e talvolta superiore a quella occupata da tale massa. In questo caso poi, come nel precedente, le cause effettive del terremoto sono il peso della massa che si assesta, l'energia che produce l'esplosione, se si manifesta anch' essa contemporaneamente favorendo o contrariando la gravità, e le spinte laterali quando esistono.

---

[1] Come appare evidente ho chiamato:

causa effettiva o causa propriamente detta del fenomeno la forza cui si deve la quantità d'energia atta a produrlo; *causa occasionale* la forza cui si deve la trasformazione di tale energia da potenziale in cinetica. E quindi l'*origine* del fenomeno dovrebbe essere il momento in cui la trasformazione avviene, o comincia ad avvenire.

Insomma si vede che nei terremoti tettonici c'è una *massa urtante* costituita dai compartimenti che si muovono prima, abbassandosi o sollevandosi ed urtando quelli adiacenti e talvolta anche sottostanti o superiori, che sono le *masse urtate*. La causa che produce il fenomeno, sia la sola gravità, sia la gravità a cui si possono aggiungere le spinte laterali e la decompressione, è sempre un complesso di forze applicate ai punti della massa urtante: la gravità a tutti i punti di essa, le spinte laterali e la decompressione ad una loro parte soltanto. « Sarà un solido considerevole nella sua completa interezza che sarà il focolare», dice De Montessus de Ballore.[2] Invece nei terremoti vulcanici si ha un fenomeno opposto al precedente. I compartimenti messi in moto prima degli altri, e al momento in cui sono messi in moto, sono spinti verso l'alto e non ora verso l'alto e ora verso il basso; sono masse urtate e non urtanti; le forze cui è dovuto l'urto non risiedono nei punti della massa di quei compartimenti, ma in una massa ad essi estranea per quanto in essi racchiusa o ad essi sottoposta, e contenuta in uno spazio assai ristretto.

---

[2] « Dans bien des cas . . . on est fondé à penser qu'un séisme est causé par
« un glissement le long d'une faille; alors l'origine est une vaste surface. . . et
« dont tous les points ont été en même temps le siège d'un brusque déplacement,
« ordinairement limité à un seul des deux compartiments de l'écorce terrestre
« que sépare la faille. Il n'y a pas de foyer à proprement parler, ni par consé-
« quent d'épicentre . . . *Ce sera un solide considérable tout entier qui sera le*
« *foyer, parce que tous les points auront été mis simultanément en mouvement.*
« Et le phénomène pourra prendre des proportions gigantesques. Au grand trem-
« blement de terre de l'Assam du 12 jouin 1897, il semble bien que toute cette
« vaste province ait été ébranlée et déplacée en bloc . . . La surface épicentrale
« était . . . un immense triangle . . . dont la base, de plus de 340 kilomètres . . . et
« dont la hauteur de 160 kilomètres . . ». (*La Science Séismologique*, pag. 83-84).

« Certains tremblements de terre apportent pour ainsi dire en eux-même la
« démonstration qu'une portion de l'écorce terrestre a été déplacée en bloc . . .
« *ce qui revient à nier l'existence d'un foyer* ». (Idem, pag. 85-86).

A chi intende il concetto dell'assestamento, cioè del movimento di massa, dovrebbe riuscire difficile conciliare tale concetto con quelli d'ipocentro e d'epicentro che nessun geologo ammette più — auspice Suess che fu tra i più grandi[1] — e che sono scomparsi anche dai trattati di Sismologia.[2] Quindi mi riesce difficile spiegare come il Dott. Martinelli possa avere scritto queste parole:[3]

« Ammesso pure che le manifestazioni sismiche sieno esclusive, « o almeno massime, lungo le linee *sismotettoniche*, e presentino un « rinforzo nei punti d'incrocio, *ammessso pure che nel terremoto si abbia « il movimento d'insieme d'una porzione più o meno grande della crosta* « e che esso ci apparisca come una perturbazione nella posizione di « un compartimento della crosta e per contracolpo del compartimento « vicino, è a domandarsi se non sia logico ammettere che in molti, se « non in tutti i casi, la causa determinante tutto questo debba ricer« carsi in un fenomeno (non è affatto necessario pensare ad esplosioni

---

[1] « . . . . . maintenant elle (la Sismologia) rejette cette notion (quella d'epi« centro) par trop simplifiée, valable seulement pour les ébranlements dûs aux « explosions volcaniques, pour s' élever à celle du mouvement d'ensemble . . . » (SUESS, prefazione alla *Géologie Séismologique* di DE MONTESSUS).

« . . . nella teoria sembra annidarsi un errore già per ciò, che soltanto un « territorio assai limitato *è considerato come punto di partenza*, e non si tiene « conto della possibilità che un esteso lembo di terra venga in movimento ». (NEUMAYR, *Erdgeschichte*, Leipzig, 1886, I, 304).

[2] « . . . a-t-il fallu que de grands géologues comme Suess se soient obstinés « à retenir les tremblements de terre dans le cadre de leurs propres travaux « pour que, finalement, leur ait été réservé, plus qu' aux physiciens, le privilège « de fournir sur leurs causes des informations que les séismographes sont inca« pables de donner (DE MONTESSUS, *La Science séismologique*, 8).

[3] *Considerazioni sugli ipocentri sismici*, N. LINCEI, XXXI, 1913.

« e ad un magma generale) localizzato in uno spazio sensibilmente « limitato rispetto all'area macrosismica.

« Mi sembra che nulla possa la scienza geologica obbiettare ad « un concetto così logico e così fisico. Questa regione limitata, da cui « irradia l'energia cinetica, che si manifesta nei fenomeni superficiali « è l'ipocentro ».

Ora la Scienza Geologica non solo, ma anche la Scienza Sismologica hanno già risposto esaurientemente. Io credo di dover solo obiettare che non trovo logica la deduzione del Dott. Martinelli, la quale anzi è in contradizione con le proprie premesse. E difatti quando egli ammette « il movimento d'insieme d'una parte più o meno grande della crosta terrestre » non si vede come possa dedurne che « la causa determinante tutto questo sia in uno spazio limitato... da cui irradia l'energia cinetica . . . . . » che si manifesta nel terremoto. Insomma il Dott. Martinelli, partito dalle medesime premesse da cui sono partiti Suess, Neumayr e altri naturalisti eminenti, giunge a conseguenze opposte alle loro.

Come e perchè da taluno si sia arrivato a vedere un centro in ogni terremoto si capisce agevolmente.

Perchè ci si sia giunti s'intende dal fatto che si comincia coll'ammettere velatamente quell' esistenza del centro che poi si vuol dimostrare, ciò che appare dall' ipotesi che nei terremoti tettonici ci sia una « regione da cui irradia l' energia cinetica » e quindi che esista una massa urtante, che non si sa che cosa sia, ma che è contenuta dentro uno spazio ora grande e ora piccolo secondo Mallet[1] e altri, ora limitato ma non troppo secondo il Dott. Martinelli[2] e altri ancora, e che sospinge una qualsiasi parte della crosta terrestre, mentre invece avviene proprio l'opposto, secondo ho già detto.

Come poi si sia giunti a tali conseguenze errate s' intende dal fatto che si è partiti dal vecchio concetto che attribuiva i terremoti ad urti per esplosioni dentro spazii racchiusi dalla massa terrestre, nelle due categorie che si consideravano una volta di terremoti *vulcanici* e terremoti *plutonici*, ciò che è vero pei primi, e sarebbe stato vero anche pei secondi se fosse stata giusta l'ipotesi su cui si fondavano. Fu quindi logico ammettere allora il centro di scuotimento o focolare sismico. Ma più tardi, venuta la teoria che spiega coll'assestamento i grandi terremoti, si è stornata l'idea di «centro» dal suo primitivo significato, cioè di spazio più o meno piccolo da cui partirebbe l'urto iniziale, per opera di forze estranee alla massa su cui avrebbero dovuto agire, per adattarlo, contro logica, a tutti i casi, anche a quelli ai quali non poteva più adattarsi. Che questo avvenisse nel periodo di transizione fra le due teorie, l'antica e l'attuale, si può spiegare, e s' intende come lo stesso Fouqué, pure notando con la sua oculatezza le contradizioni cui si andava incontro, non seppe liberarsi interamente dal vecchio concetto e scrisse che *l'epicentro è l'immagine del centro, grande o piccolo, allungato o raccorciato con esso.*[1] Le contradizioni erano non solo di natura geologica ma anche matematica, poichè tutte le formole gli davano risultati strani che egli attribuiva alle formole stesse le quali non arrivavano a riassumere il problema, e non già anche all'ipotesi da cui le formole partivano. Quello che però non s'intende è come oggi si cerchi ancora da taluno di conciliare le due scuole, che non sono conciliabili perchè partono da principii troppo diversi, sostenendo che non è vero che il centro sia un punto matematico (ciò che fu detto nelle dimostrazioni teoriche, ed in pratica avrebbe dovuto significare uno spazio ristrettissimo) ma che è una regione che può avere *anche* grande estensione, rimanendo però sempre indipendente dalla massa a cui comunica lo scuotimento.

---

[1] Vedi pag. 21.

[2] « sensibilmente limitata rispetto all'area macrosismica » (brano citato precedentemente).

di « . . . . . . dimensioni non trascurabili » (brano che citerò in seguito).

A provare quanto sia malagevole sostenersi sopra un tale terreno senza dar di cozzo contro ogni sorta di contradizioni contribuisce lo stesso Dott. Martinelli, che nel citato lavoro sugli ipocentri dice testualmente che « dalla somma dell' energia cinetica che si mani-

---

[1] Loc. cit., pag. 15.

« festa in un terremoto si sarà senz'altro indotti a dare dimensioni « non trascurabili alla regione ipocentrale ». Tale deduzione non è accettabile, non vedendosi quale legge possa legare l'estensione dello spazio in cui si manifesta una certa energia e il quantitativo della medesima. Inoltre, poichè l' energia si misura dalla forza viva, si vede che non potendosi determinare il suo fattore *velocità*, che può anche essere molto forte, tanto più che deve essere elevato al quadrato, non può dirsi nulla dell' importanza del fattore *massa urtante* (urtante secondo il Martinelli), che può anche essere molto piccola e trascurabile rispetto alla massa urtata, contrariamente alla conclusione cui il Martinelli perviene.

Anche il Mercalli che fu sismologo di valore, e a dimostrarlo basterebbe la sua monografia sul terremoto d' Ischia del 1883 che è un buon modello del genere, anche il Mercalli, dicevo, si arrabbia e polemizza con De Montessus de Ballore dicendo che questi attribuisce a Mallet e a molti altri dopo di lui « la fausseté de la conception qui faisait « considérer comme un point l'origine d'un tremblement de terre ».[1] Ma De Montessus si esprime così : « C' est Neumayr qui le premier a demontré la fausseté de la conception.... » ecc., da cui si vede che se la citazione fosse stata completa avrebbe mostrato che occorreva pigliarsela con altri prima che col sismologo francese. Inoltre il compianto direttore dell' Osservatorio Vesuviano cita esempii per dimostrare che non è vero che Mallet ed altri e lui stesso meritarono l'appunto ricevuto. Ma sta di fatto che le normali di Mallet avrebbero dovuto incontrarsi teoricamente in un punto solo — punto matematico o area ristrettissima che egli chiamò « focal cavity ».[2] E se nella pratica si ottenevano punti diversi con scarti di decine di chilometri, perchè la

---

[1] G. MERCALLI, loc. cit., pag. 12 dell'estratto.

[2] « Focal » significa « centrale », e viene da « focus » che significa « centro di convergenza dei raggi ». I tedeschi adoperarono sempre la parola « centro ». I francesi tradussero « foyer » che significa « fuoco » o « punto focale » e « focolare », ma usarono anche « centre d'ébranlement ». In Italia si adoperò « centro » e « ipocentro ». Il concetto teorico era quindi chiarissimo : il centro di scuotimento era un punto, il quale inoltre era situato dentro una Terra omogenea.

Terra non è omogenea, contrariamente a quanto si supponeva in teoria, niente autorizzava a prendere l'inviluppo di questi punti, specialmente dopo avere scartati i più incomodi.[1] Si capisce quindi come Mallet trovò 3 miglia geografiche (22 ch.) per l'altezza del focolare del terremoto del 1857 e 9 miglia (66 ch.) per la lunghezza, ciò che basta a Mercalli per dire che si trattò d'una « fessura lamelliforme » di 27 miglia quadrate (1500 ch. q.), la quale avrebbe avuto il suo lato superiore a soli $\frac{5}{7}$ di miglio sotto la superficie terrestre.[2] Come dunque ho già detto si ammetteva che il focolare fosse piccolo o grande secondo conveniva. Grande quando col metodo di Mallet quelle benedette perpendicolari alle fratture degli edifizii avevano certi punti d'incontro che di stare vicini non volevano saperne; e piccolo quando conveniva per le dimostrazioni. Nè le cose mutarono dopo, poichè se si costruirono formole matematiche, per modo di dire, che misurano la profondità del centro, la riduzione ad un punto o ad uno spazio limitatissimo sulla verticale dovrebbe essere bell'e ammessa, anche con le formole. Ed è proprio questa la concezione falsa in cui dopo Mallet si volle perseverare, e per cui de Montessus de Ballore ha ragione e Mercalli ha torto.

Lasciamo andare poi che sulle dimensioni orizzontali di questa qualche cosa da cui s'inizia la scossa, le formole tacciono tutte d'accordo, mentre talvolta si suppone da chi le applica la stessa riduzione fatta sulla verticale. Insomma si può dire che le formole sismiche sulla profondità dell'ipocentro riassumono tutti i dati falsi della quistione, dall'ammissione in ogni caso dell'esistenza d'un centro e d'uno solo, alla considerazione d'una Terra fittizia con semplificazioni tutt'altro che reali, e che poi conducono a quei disaccordi fra la teoria e l'osservazione, di cui qualcuno ha creduto di poter dare una curiosa dimostrazione, senza preoccuparsi se nelle formole gli elementi del problema c'erano entrati.[1]

---

[1] Su 177 punti, determinati da Mallet pel terremoto dell'Italia meridionale del 1857, 60 furono utilizzati e 117, cioè *i due terzi, che erano i più aberranti, furono discussi e scartati.* Di quelli utilizzati 48, in proiezione orizzontale, caddero in un circolo di mezzo miglio geografico di diametro (3700 m.).

[2] Mercalli con l'ammettere tale frattura « lamelliforme » non si avvide come fosse vicino al concetto più moderno del movimento di massa, e come una sola quistione di parole lo dividesse dalle idee di Suess, di Neumayr e di tanti altri.

⁂

Ho pure accennato nelle pagine precedenti alle determinazioni di intensità.

Vi sono due modi diversi di considerare l'intensità, poichè occorre evidentemente distinguere *intensità assoluta* e *intensità relativa.*

Cominciamo dalla prima, che in sostanza non è altro che l'intensità della *scossa iniziale.* Di essa in generale i sismologi non tengono nessun conto pel fatto che non è misurabile, salvo in un caso specialissimo. Ma anche misurandola grossolanamente in qualche altro caso, la sua importanza non può sfuggire a nessuno, poichè ci permette, sia pure per qualche terremoto soltanto, una misura o una graduazione della scossa che lo provocò, indipendentemente da tutti gli elementi che intervengono a modificarla negli strati a traverso i quali si trasmette.

Il caso di misura possibile è nei veri terremoti di esplosione, quando si può ammettere l'esistenza d'un ipocentro ristretto da cui parte l'urto, quando di tale ipocentro si può determinare la posizione, e quando questa posizione si trovi in seno ad uno strato o gruppo di strati di composizione uniforme e senza accidenti per tutta la parte compresa fra ipocentro ed epicentro. In questo caso specialissimo, se determineremo sperimentalmente i coefficienti dipendenti dalla natura della roccia da cui gli strati predetti sono costituiti, potremo dal valore dell'intensità all'epicentro dedurre quello iniziale all'ipocentro.

---

[1] « Pour avoir trop souvent oublié que le mouvement séismique n'est pas « assimilable à une énergie mécanique idéale, se propageant suivant des lois « mathématiques dans un milieu de nature géométriquement idéale aussi, les phy- « siciens se sont heurtés à des difficultés et à des contradictions que la complé- « xité réelle des choses ne leur a pas permis de dénouer à l'aide du calcul . . . . « *Seul l'examen des circonstances géologiques dans chaque cas particulier donne « parfois la possibilité d'expliquer les divergences rencontrées à chaque pas « entre la théorie et l'observation* . . . la Séismologie tend à s' aider de l' appa- « reil mathématique ; mais ce n'est certes pas ainsi qu' elle découvrira la cause « des tremblements de terre . . . *Dans bien des cas l'analyse ne sert qu' à ma- « squer notre ignorance* ». (De Montessus, loc. cit., 4).

Ove però passiamo al caso assai più frequente dei veri terremoti tettonici, sparirà il concetto d'ipocentro e con esso anche quello d'epicentro, e ricadremo nelle incertezze. Potremo ancora definire l'intensità assoluta come *la risultante di tutte le reazioni che i terreni sottostanti e adiacenti esercitano sul compartimento o sui compartimenti della crosta terrestre che si muovono prima e simultaneamente* (senza contare le modificazioni che possono introdurre le esplosioni dovute alla decompressione sulle loro basi o sui loro fianchi), ma ignorando la composizione, i volumi e le forme di tali compartimenti e di quelli sovrastanti non potremo istituire nessun calcolo, proprio nel caso in cui ne avremmo avuto maggior bisogno, perchè ci avrebbe dato un discreto elemento per quella valutazione delle forze messe a contrasto nella crosta terrestre, e sulla quale pochi spiragli di luce aprirono i lavori di Lord Kelvin e di altri valentissimi matematici e geologi. Il calcolo del lavoro prodotto dallo spostamento di compartimenti terrestri fu eseguito da qualche sismologo, ma perde ogni valore ove si pensi che fu basato sulla profondità dell'ipocentro che pei terremoti tettonici non esiste.

Passiamo ora all'intensità relativa, che è la misura variabile dell'accelerazione del movimento nei diversi punti dell'area colpita. Quest'accelerazione per ogni punto è funzione della natura del suolo e della posizione; e, poichè si determina ordinariamente a mezzo dei danni alle costruzioni, per lo stesso punto è funzione della natura del suolo, della sua pendenza, della bontà della costruzione e della profondità delle fondazioni. Così, ad esempio, per un terreno costituito da calcare compatto di grande potenza, ricoperto da sette od otto metri di conglomerato di debole coerenza avremo risultati notevolmente diversi se dedurremo l'intensità dagli strumenti di un osservatorio sostenuti da muri o colonne che naturalmente saranno fondati sul calcare ed isolati dalla roccia mobile sovrastante; oppure, in mancanza dell'osservatorio, la dedurremo dai danni a costruzioni elevate nello stesso sito e fondate o semplicemente appoggiate sulla roccia mobile della superficie. Così pure se dedurremo l'intensità da costruzioni molto vicine, alcune fondate bene sul calcare, altre fondate male sul conglomerato o non fondate affatto. Così pure considerando a distanza maggiore costruzioni sul calcare scoperto e costruzioni sulla copertura di conglomerato. Le formole per tali determinazioni danno risultati indipendenti dalla natura del suolo e dalla sua pendenza, come le danno indipendenti dalla profondità delle fondazioni. La bontà delle costruzioni vi entra talvolta come resistenza di coesione, ma chi ne tiene conto è obbligato a prendere valori teorici dai manuali, non potendo caso per caso eseguire ricerche sulle diverse specie di materiali adoperati, sul tempo dalla messa in opera e sul loro stato attuale di disaggregazione o d'indurimento, sui danni anteriori sofferti, ecc. Tali ricerche fatte per via diretta o indiretta sono lunghe e difficili, e non sempre concludenti, e non potendo esser fatte in tutti i casi, si finisce col non farle addirittura in nessun caso.

Naturalmente anche da chi non fosse familiare con l'uso di tali formole, si vede che esse possono essere talvolta applicate senza critiche di sorta. Così per lo studio delle variazioni d'intensità sempre che si hanno terreni uniformi per composizione e per pendenza, oltre che per destinazione, grandezza e sistemi di costruzioni. L'intensità relativa tra punti diversi di tali terreni non è più influenzata difatti dalle condizioni divenute simili, e i valori cercati possono essere ritenuti proporzionali agli effetti prodotti. E così per la determinazione delle dimensioni da assegnare a costruzioni molto semplici sopra aree molto limitate e i cui punti siano tutti in condizioni più o meno identiche di natura e pendenza di suolo. Quest'ultimo caso ha la sua applicazione alle costruzioni delle città, e fu studiato da Omori e da altri, che dettero le formole per calcolare gli sforzi di rovesciamento e di fratturazione d'un semplice muro, di colonne, camini, torri, ecc., poichè per le costruzioni più complesse, come sono le case, le chiese, ecc., non è più possibile ottenere formole sismiche e si deve invece ricorrere alle formole d'ingegneria rigorosamente applicate.

⁂

Il Dott. Martinelli, passando poi a parlare della *Relazione della Commissione per la determinazione delle aree sismiche sulle quali debbono vietarsi le nuove costruzioni nella regione colpita dal terremoto dell'* 8 *maggio* 1914 *in provincia di Catania,*[1] relazione pubblicata dal Comitato speciale del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici, lamenta di non avervi trovate esposte « precise opinioni sull'origine del fenomeno ». È evidente che è sfuggita al Dott. Martinelli la differenza fra una relazione tecnica e una contribuzione scientifica, poichè nella prima le origini, o meglio le *cause*, dei fenomeni importano poco, si accennano e si passa oltre. Ciò che importa sono gli *effetti*, che obbligano a provvedere se si ripetono troppo spesso. E naturalmente ciò che in ultimo importa di più sono appunto i *provvedimenti*. Comunque, se il Dott. Martinelli avesse letta attentamente la detta relazione, vi avrebbe trovato qualche cosa dippiù del semplice accenno sulle cause del fenomeno, le quali sarà bene riassumere.

La breve estensione dell'area colpita, il rapido decrescere dell' intensità e la posizione sopra uno dei versanti di un vulcano autorizzano ad ammettere si sia trattato di terremoto vulcanico. E il fatto che invece d'investire più o meno fortemente ora l'uno ora l'altro versante della montagna, questi terremoti etnei si manifestano deboli sul versante occidentale e forti sull'orientale obbliga ad ammettere che una causa locale, oltre quella vulcanica, possa intervenire. E siccome sul versante orientale affiora ripetutamente l'argilla pliocenica, mentre non pare che esista sul versante opposto, si può ritenere che il mantello vulcanico scorra in talune zone del primo, sotto l'azione delle scosse sismiche (qualunque ne sia la causa), mentre rimane fermo sul secondo. Le zone che subiscono così un movimento franoso si devono fratturare con o senza un leggero corrugamento, ed è evidente che mentre le zone fratturate devono essere dirette *in pendenza*, le fratture debbono essere dirette *in direzione*, e quindi essere trasversali alle zone stesse. Io ho mostrato chiaramente, anche con uno schizzo, che nella zona che passa per Santa Tecla e Rocca d'Api occorreva distinguere appunto la *direzione della zona fratturata* e la *direzione delle fratture*. Non escludo che taluna di queste fratture possa interessare il sottostante pliocene,[1] ma è certo che esse talvolta permangono, riaprendosi nei terremoti successivi. E questo fu detto nella Relazione della Commissione del Consiglio Superiore dei LL. PP., e fu da me ripetuto e sviluppato con maggiori particolari nella mia memoria. Sono però lieto che il Dott. Martinelli ci lasci sperare che studierà meglio l'importante problema, dando alla sua soluzione quella « precisione » che io non ho potuto o saputo darle.

---

[1] Unione editrice, Roma, 1914.

Finalmente il Martinelli riferisce la proposta della commissione per l'impianto di strumenti sismici in una regione che ne è sprovvista, e dove si registra un terremoto disastroso ogni tre anni e mezzo. Tale proposta è da lui trovata di « una opportunità che non apparisce chiara ». Invece parve tanto chiara al Prof. Platania e a me, che facemmo parte della commissione suddetta, che non ritengo necessario discuterla.

⁂

Come si è visto da quanto precede, le recensioni del Dott. Martinelli, che so essere mosso da interesse scientifico, e da nessun'altra considerazione estranea a tale interesse, e che, salvo qualche *lapsus* di forma sfuggitogli ultimamente, fu sempre molto cortese con me, mi sono servite di pretesto per una discussione di principii, che sarà bene riassumere nella sola parte che può servire a qualche norma di metodo.

I fenomeni macrosismici, come ormai è noto e come ho già ricordato, sono essenzialmente geologici e vanno interpretati principalmente co' lumi della Geologia. Senza la lucida nozione della costituzione della parte più superficiale della Terra e delle sue numerose variazioni, che pur troppo non si possono determinare che per piccole profondità; senza la conoscenza dei suoi accidenti, anch'essi difficilmente determinabili, e in moltissimi casi non determinabili affatto; senza le nozioni di teoria e di pratica per riconoscere i diversi terreni e il loro stato, ogni interpretazione si allontana dal vero invece di avvicinarcisi, non riuscendosi a capire come la « Logica » e la « Fisica » possano sostituirsi da sole a tutte queste cognizioni, che sono estranee ad entrambe. E difatti col non curare la Geologia, secondo un' osservazione del Prof. De Montessus de Ballore[1] « on « est arrivé à négliger le problème fondamental à savoir la cause même « des mouvements de la surface terrestre, pour s'en tenir aux parti- « cularités de ses vibrations... »; ed è perciò che lo stesso autore dice che « les sismologues italiens ne se sont guère orientés du côtés des « recherches géologiques, ne suivant en cela l'exemple de leurs voisins « d'Autriche... ».[2] Ma va soggiunto che le eccezioni alla regola enunciata dal sismologo francese sono assai numerose. Difatti non solo ai naturalisti come Issel, Taramelli, Di-Stefano che si sono occupati anche di fenomeni sismici non si può fare l'appunto di avere trascurato il fattore geologico, che per essi invece fu sempre fondamentale; ma nemmeno ai sismologi–fisici come Riccò, Baratta, Mercalli e molti altri.

---

[1] Il bradisismo indicato da Platania a Santa Tecla mostra che almeno per questa località l'ipotesi non è infondata.

Inoltre poichè le intensità delle scosse finora, purtroppo, non si sono potute valutare che empiricamente dai danni alle costruzioni, occorre altresì che la sismologia sul terreno sia fatta da chi della Scienza delle Costruzioni e della Resistenza dei Materiali abbia idee non dirò molto precise, ma almeno non troppo vaghe.

Tali considerazioni certamente furono tenute presenti da quei fisici e sismologi illustri che, essendo entrati a far parte delle commissioni pei diversi terremoti italiani degli ultimi anni, vollero affidare al personale del R. Ufficio Geologico, che si compone d'ingegneri-geologi, la ricerca delle aree di maggior resistenza o di minore instabilità rispetto ai moti sismici per adibirle alle nuove costruzioni, cioè una ricerca molto seria, poichè la scienza doveva servirvi a tutelare la vita e le proprietà d'intere popolazioni. Quindi anche la competenza nella valutazione dei danni prodotti dai terremoti e della stabilità delle aree fabbricate e fabbricabili è ammessa dai nostri scienziati più eminenti, risultando così anche più evidente che osservazioni come quella che De Montessus de Ballore fa ai sismologi italiani non sono giustificate per quanto riguarda i più autorevoli. Ed è da sperare che non sieno più giustificate per nessuno in un avvenire non lontano. Oggi, difatti, un solo studioso non può più abbracciare l'intera Sismologia, nella quale invece trovano posto diverse categorie di specialisti. Perciò anche in Italia, dove la scienza dei terremoti ha magnifiche tradizioni, occorre che tutti coloro i quali si occupano della parte fisica di tale scienza, di meccanica applicata ai suoi numerosi strumenti, del progresso di questi ultimi, del loro funzionamento e delle loro complicate applicazioni, cioè di materie che assorbono completamente l'attività d'un uomo, lascino ad altri specialisti gli studii delle cause dei macrosismi, che si fanno con nozioni assai diverse sul terreno. E questo salvo i casi di noti ecletismi a cui tutti dobbiamo inchinarci, perchè costituiscono una gloria per la scienza del nostro paese.

---

[1] *Les tremblements de terre.* Paris, Colin, 1906, pag. 4.

[2] Loc. cit., pag. 304.

Roma, gennaio 1916.

IV.

VENTURINO SABATINI

SULLA CONCA DI BOLSENA

(Osservazioni di fatto e osservazioni di metodo)

Il Sig. P. Moderni ha pubblicato in questo Bollettino del R. Comitato Geologico [1] una nota in cui discute i fatti osservati dal Prof. H. Simotomai durante il suo studio sulla Conca di Bolsena, e che furono pubblicati, *preceduti da una mia prefazione*, un anno fa in questo stesso Bollettino.[2]

Sono costretto a rispondere io al Sig. Moderni in assenza del Prof. Simotomai, che, dopo essersi occupato di Geografia Fisica col Prof. Penck, di Vulcanologia con me, e finalmente di Geologia col Prof. De Lorenzo, è ora professore di Geologia e Mineralogia nell' Università di Sapporo al Giappone. E rispondo io appunto perchè il lavoro del Prof. Simotomai fu fatto alla mia scuola, come il Sig. Moderni sa benissimo e come risulta dalla mia prefazione, onde chi discute con lui discute in sostanza con me.[3] E rispondo io anche perchè lo studio completo della Conca di Bolsena, al pari di quello di tutti gli altri vulcani dell'Italia Centrale, fu a me affidato dalla fiducia del R. Comitato Geologico.

---

[1] *Su la Conca di Bolsena. A proposito d'una nota del* DOTT. H. SIMOTOMAI. Boll. Com. Geol., XLV, 1916.

[2] *Ricerche morfologiche sulla Conca di Bolsena con prefazione di* VENTURINO SABATINI. Boll. Com. Geol., XLIV, 1914.

[3] Il Prof. Simotomai, che ha fatta una carta della Conca di Bolsena, molto diversa dalla carta del Sig. Moderni, non ha mai preteso di aver risoluto il problema delle origini di quella conca. Difatti egli riporta testualmente le mie conclusioni e aggiunge, con molta prudenza e molta precisione, che non ha « potuto trovare alcuna prova che contrasti con l' ipotesi dell' ing. Sabatini ». (pag. 154). Da ciò si deduce anche meglio che il Sig. Moderni non si è accorto che discuteva con me quando credeva discutere col Prof. Simotomai.

Passando oltre alla quistione di opportunità sulla pubblicazione del Sig. Moderni, entro nella discussione, avvertendo prima di tutto che non volendo occuparmi di affermazioni estranee ai fatti osservati e alla loro interpretazione lascio da parte tutto ciò che il Prof. Simotomai può aver detto o non detto a me o ad altri, limitandomi alla discussione di quei fatti, quali furono stampati nei nostri lavori, e a talune osservazioni di metodo.

Come osservazione generale noterò che il lavoro del Prof. Simotomai è troppo riassuntivo, troppo scheletrico per poter contenere la discussione delle opinioni altrui. Se egli avesse voluto estendersi di più avrebbe potuto pubblicare invece tutte le sue osservazioni particolareggiate, una infinità di sezioni, e certe sue originali deduzioni. Ma era troppo occupato ad istruirsi, e gli mancava il tempo di coordinare e redigere. Il Sig. Moderni si lagna dunque a torto di non essere stato discusso.

⁂

Un argomento a cui il sig. Moderni tiene molto è questo: ammesso il supposto cratere di Bolsena più antico di quello di Latera (è un' ipotesi che per ora si basa su vaghi indizii, ma andiamo avanti) non si spiega come le lave del piccolo Monte Marano che appartengono al secondo cratere poggino direttamente sull'argilla pliocenica, a 11 ch. di distanza dall'orlo attuale del primo.

Qui c'è molto da obiettare. Difatti come fa il Sig. Moderni a dire che le lave di Monte Marano poggiano direttamente sull'argilla pliocenica? La sola lava che potrebbe attribuirsi a Monte Marano, e solo perchè trovasi sul suo fianco[1] presso il casale omonimo, non mostra alcun rapporto col pliocene che ivi non esiste. Questa lava somiglia a quella che lo stesso Sig. Moderni chiama andesite, e non si capisce perchè egli la chiami invece tefrite al pari delle lave che si vedono dentro i fossi che vanno a passare presso Cellere e presso Canino, e che si diversificano dalle altre due col semplice uso degli occhi. Mentre niente autorizza a far provenire queste ultime lave da Monte Marano, esse non pare che poggino direttamente nè sull'argilla pliocenica, come dice il Sig. Moderni nella sua ultima nota, nè sulla sabbia pliocenica, come dice nella sua memoria primitiva. Io difatti, in numerose sezioni, nel Fosso Canestraccio, presso Pianiano, ecc., ho trovato tra quelle lave e i conglomerati pliocenici tutta una serie di tufi, tufi terrosi diversi, tufi litoidi con scorie nere e tufi litoidi senza tali scorie, cioè un materiale di cui è assai difficile stabilire la provenienza, o le provenienze, anche pel petrografo. Tali obiezioni però non importano affatto, poichè l'argomento che le provocò non ha nessun valore. Ed in vero se l'attuale cratere di Bolsena è a 11 ch. dal sito indicato, prima che l'erosione lo allargasse fino ai limiti odierni doveva essere a distanza anche più grande. Ma, a parte tale considerazione, la distanza di 11 ch. dal cratere è già sufficiente a far capire che i materiali da esso riversati potevano essersi assottigliati di molto permettendo all'erosione di portarli via tutti assai più facilmente che a distanza minore. Questo fatto sembra tanto inammissibile al Sig. Moderni, che da lui non fu nemmeno preso in considerazione. Se invece il Sig. Moderni esaminasse la mia carta dei Cimini o andasse a percorrere la rotabile da Viterbo a Soriano, troverebbe di meglio alla Fornacchia, alla Fornace Micci e a Bagnaia, dove, specialmente nelle due prime località, la vera argilla pliocenica fossilifera si vede scoperta proprio sulle falde del grande cono di Monte Cimino, e non già ad una distanza di 11 ch. Se in epoca posteriore alla erezione di questo cono i prodotti di una nuova bocca avessero coperto l'argilla di qualcuna delle anzidette località si sarebbe avuto indiscutibilmente il fatto di emissioni più recenti di quelle del vulcano antico che, proprio ai suoi piedi, poggerebbero direttamente sul suo basamento sedimentario. E s'intende che l'apparizione del medesimo debba essere tanto più possibile quanto più in alto si solleva la sua superficie, che può avvicinarsi di molto e talvolta in qualche sito tagliare addirittura la superficie del suolo vulcanico più recente.[1] Nell'ultimo caso talvolta non occorre nemmeno l'erosione a spiegare il fenomeno, poichè i materiali vulcanici possono non aver mai ricoperto l'area intercettata. Del resto si può anche obiettare al Sig. Moderni che, oltre l'arenaria d'Ischia di Castro, di cui si parla nella nota precedente, in vicinanza del sito indicato dal Sig. Moderni medesimo, anche il pliocene comincia ad essere completamente scoperto, e quindi se i materiali venuti dal più vicino cratere di Latera, cioè da 8 chilometri, vi furono interamente erosi, a più forte ragione vi potettero essere erosi interamente quelli venuti dal più lontano cratere di Bolsena, cioè da 11 chilometri. Non dovrebbe quindi meravigliare se si potesse dimostrare che a brevissima distanza esistono ancora i primi e mancano i secondi. In conclusione non è esatto l'argomento su cui si basa il Sig. Moderni; e se fosse esatto non sarebbe esatta la conseguenza che egli ne deduce.

---

[1] Probabilmente neanche questa lava è dovuta al Monte Marano, ma pare un lembo della grande colata che il Sig. Moderni chiama andesite, e di cui un altro lembo trovasi nel fosso a S. E. del detto monte. Effettivamente poi la lava del Casale Marano e quella che fu detta andesite sono leucotefriti basiche, al pari della lava che fu chiamata tefrite. Quest'ultima però si diversifica dalle precedenti di tanto da poterla ritenere dovuta ad un'altra emissione, ciò che del resto si rileva pure dall'esame stratigrafico.

Il Sig. Moderni si lagna che il Prof. Simotomai non abbia riportato per l'Isola Bisentina le sue delimitazioni. La ragione di tale fatto è chiara: il Prof. Simotomai ha riportato le mie che sono più precise, avendo io potuto studiarle assai più minutamente che non fosse necessario, grazie all'amicizia che ebbe per me il defunto proprietario dell'isola Sig. Alarico Piatti.

Il Sig. Moderni ritiene che un cratere subaqueo abbia dovuto esistere ad Est dell'Isola Bisentina, deducendolo esclusivamente dalle curve batimetriche del Dott. De Agostini. Tale deduzione fu fatta prima dubitativamente, ora pare venga affermata con minore incertezza. Osserverò che l'esistenza dei crateri deve basarsi su argomenti più positivi, e che le curve subaquee hanno così scarso valore da non poter costituire nemmeno un argomento probabile.

---

[1] È ciò che si avvera a distanza anche minore degli 11 chilometri dalla conca di Bolsena, presso Ischia di Castro, dove è scoperta l'arenaria eocenica su di un'area lunga un chilometro e interamente circondata da materiali vulcanici.

Quanto agli scaglioni, la mia interpretazione per ora non è altro che un'ipotesi, ma pare che il Signor Moderni non se ne sia reso conto, per quanto sia stata nuovamente spiegata nella mia prefazione alla nota del Prof. Simotomai, e specialmente in un brano anche da me redatto e in quella nota intercalato. I crateri multipli difatti si ritrovano ordinariamente in tutti i vulcani, cominciando dal Vesuvio. Ove si ammetta che una grande conca sia un cratere, è logico dedurre che alcuni dei cordoni paralleli ai fianchi siano resti di vecchi recinti. Ho detto alcuni, non tutti, e ho picchiato e ripicchiato su tale concetto. Il Sig. Moderni sostiene che si tratta invece di colate di questo o di quel cratere intorno alla conca attuale; ma tale affermazione va raccolta come una semplice opinione, giacchè non si appoggia nè a sezioni, nè a studio petrografico di materiali. Naturalmente non si possono considerare come sezioni quelle che il Sig. Moderni ha ricavato a tavolino dalla carta topografica, mentre occorrono numerose sezioni geologiche. È vero che nella Conca di Bolsena tali sezioni sono difficili ad ottenere, ma il semplice andamento della superficie evidentemente non può ritenersi sufficiente per sostituirle. Restano dunque per ora di fronte niente altro che delle ipotesi; ma mentre io, dopo un lavoro di lunghissimi anni, non ho ancora potuto presentare le mie conclusioni definitive, non intendo come il Sig. Moderni, in un tempo assai più breve, abbia potuto presentare le proprie, e sostenerle in contradittorio con parecchie persone.

Ho detto che l'ipotesi sui cordoni suppone quella sulla natura craterica della conca. L'ipotesi del Sig. Moderni, che poi risale fino al Marchese Pareto, impone la necessità di ammettere che molte bocche si sieno aperte a *girotondo*, disponendosi su di una linea curva chiusa, invece che lungo allineamenti rettilinei. Nè parmi sia il caso di obiettare che le bocche principali pel Sig. Moderni sono quattro soltanto e le altre bocche sono avventizie rispetto alle precedenti, quando è notorio che non può stabilirsi la separazione tra bocche principali e bocche secondarie di centri vulcanici spenti, mentre resta sempre il fatto che tutte le numerose bocche stabilite dal Sig. Moderni si trovano esclusivamente in una fascia parallela al giro del lago. Questo punto di partenza rende poco probabile l' ipotesi accolta dallo stesso Sig. Moderni, e che lo ha condotto alla necessità di andare a cercare un' ultima bocca in fondo al lago, senza cui non può spiegare la depressione che ivi si trova. Tale bocca, che farebbe eccezione alla ubicazione di tutte le altre, mentre dalla mia ipotesi (che poi è l'ipotesi di molti miei predecessori) si deduce logicamente, invece dalla ipotesi accettata dal Sig. Moderni non si deduce affatto e, come si è visto, egli è obbligato ad ammetterla senza dimostrarla, per quanto affermi *di averne dimostrata la possibilità.* E a tale proposito osservo che le ipotesi sull'origine della Conca di Bolsena sono tre e non due, ciò che pare abbia dimenticato il Sig. Moderni. Difatti, oltre le due ipotesi precedentemente discusse, ve n' ha una terza secondo la quale la conca sarebbe dovuta ad uno sprofondamento. Quest' ultima ipotesi ebbe numerosi ed autorevoli sostenitori, e perciò tanto io che il Prof. Simotomai l'abbiamo discussa a lungo.

Il Sig. Moderni ripete che la determinazione delle bocche eruttive nello studio geologico di una regione di vulcani spenti passa davanti a tutto, e su di essa si basa la cronologia della regione stessa. Egli evidentemente non tiene conto del fatto che tali bocche sono efimere e di esse non restano che le più resistenti e le più giovani, mentre tutte le altre scompariscono. La cronologia di una regione si basa invece sopra una doppia serie correlativa di elementi. Da una parte quelli dedotti dall'osservazione stratigrafica fatta sul terreno e dallo studio petrografico e chimico di tutti i materiali osservati, compresi gl'inclusi, che si potrebbero chiamare i *fossili delle rocce*[1] e che costituiscono la prima verifica delle osservazioni stratigrafiche. D'altro lato gli elementi dedotti dalla evoluzione della *scoria* e della *fumarola*, quali risultano dalla evoluzione dei prodotti emessi, debbono andare d'accordo, o almeno non essere in disaccordo, con gli elementi della prima serie. Ed ho parlato di « correlazione » poichè ad ogni elemento principale della prima serie dovrebbe corrispondere un elemento principale della seconda, e con lo stesso numero d'ordine; e reciprocamente. La correlazione c'è anche maggiormente nella prima serie fra strati ed inclusi. Ogni ricostruzione stratigrafica fatta sul terreno, e che sia in disaccordo con la serie dedotta dagl' inclusi è sbagliata e occorre correggerla o rifarla; ogni contradizione fra quella ricostruzione così corretta o rifatta e l'evoluzione magmatica va seriamente discussa, potendo essere indizio di errore nelle operazioni sul terreno o in quelle di laboratorio. Il Sig. Moderni, trascurando i metodi della Petrografia e della Chimica, e per conseguenza tutti quelli sulla teoria dei magmi, che già costituiscono un'intera scienza nuova, si attacca oggi ancora alle bocche eruttive basandosi così sopra una successione parziale nello spazio, incompleta nel tempo, e disordinata così nel tempo come nello spazio; una successione che è effetto e non causa del fenomeno vulcanico. Dice testualmente il Sig. Moderni che *soltanto* lo studio di tali bocche può offrire « una base per la ricostruzione a grandi linee della storia di un vulcano » ciò che è falso, poichè parrebbe che quando manchino tali bocche, come al Mont-Dore, la storia del vulcano, sia pure a grandi linee, non possa farsi, mentre pel Mont-Dore è fatta, ed è fatta benissimo da grandi maestri. Anzi ricorderò che non esiste una sola descrizione di regioni vulcaniche in cui la ricostruzione delle bocche eruttive sia stata elevata a base del criterio cronologico, mentre la ricerca di tali bocche quando è stata possibile non ha avuto che un' importanza complementare. Nè è il caso di citare come eccezione le ultime ricerche sui Puys d'Alvernia, perchè tali ricerche non fanno che confermare la regola. Difatti, per quanto si tratti di piccoli coni isolati e molto ben conservati, quindi con individualizzazione ben distinta sopra allineamenti rettilinei abbastanza concordanti con l'allineamento generale della fascia di 30 ch. di lunghezza che li contiene; e per quanto la considerazione delle singole bocche s' imponga ad ogni momento per la speciale configurazione del terreno, è ancora il concetto stratigrafico che ha guidato i diversi autori della regione nello studio delle sue successioni.[1]

---

[1] Elie de Beaumont dava invece un tal nome ai minerali accessorii delle rocce eruttive.

---

[1] Cfr. MICHEL-LÉVY, *Notes sur le Chaine des Puys, le Mont-Dore et les éruptions de la Limagne*, Soc. Géol. de Fr., 1891; e PH. GLANGEAUD, *La Chaine volcanique du Puys de Dôme*, Bull. de la Carte Géol. de la Fr., n. 135.

Dei punti discussi dal Sig. Moderni col Prof. Simotomai, e quindi con me, non ne resta che uno solo, in risposta al quale ricorderò alcune soltanto delle sviste incorse nel lavoro dello stesso Sig. Moderni.

La colata di S. Giusto a sud di Tuscania, mentre è unica, fu divisa in tre parti, perchè di tre campioni studiati dal Prof. Bucca quello proveniente da un punto intermedio era risultato diverso dagli altri due. Il Sig. Moderni evidentemente non tiene conto delle differenze che si possono verificare tra' diversi punti di una stessa lava.

Una delle lave che il Sig. Moderni ritiene uscite dal Monte Marano, e che affiora nel fosso omonimo, comincia circa quattro chilometri più a valle del sito dove egli ne segnò l' origine, ciò che, insieme ad altre considerazioni, contribuisce a metterne in dubbio la relazione con quel monte.

L'arenaria eocenica ad Ischia è in sito e scoperta per circa un chilometro, e il materiale che se ne estrae serve ad inghiaiare la rotabile di Farnese che l'attraversa, e servì alla costruzione del cimitero che vi fu elevato sopra. Invece il Sig. Moderni l'attribuì, con lunga spiegazione, ai frammenti proiettati dalle bocche eruttive (Boll. Com. Geol., 1903, pag. 180). Nella carta che accompagna la memoria del Sig. Moderni, al posto di quest'arenaria si vede segnato il tufo pomiceo. Più tardi, quando nel 1905 io feci notare l'errore, se ne fece la correzione sulla carta al 50 000 conservata inedita in ufficio.

Al Monte San Magno fu indicata l'assenza di scorie, le quali viceversa vi abondano, come si osserva lungo la rotabile che lo traversa.

A Capodimonte vi sono due coni vulcanici, ben determinabili e ben delimitabili: uno più a nord, che non fu indicato, sotto la parte alta dell'abitato, l'altro più a sud e che fu indicato con un' estensione tripla della vera. Una colata chiaramente uscita dal primo si dirige verso il secondo, mentre fu indicata invece come uscita dal secondo.

Il pozzo di Capodimonte che sarebbe stato scavato a secco per *cento metri* davanti la casa comunale (e che fu poi rinchiuso pel caldo che ne emanava) fu invece scavato per soli pochi metri, poichè, come poteva intendersi a prima vista, a livello del lago si doveva trovare e si trovò l'acqua.

Ad est di Monte Rosso di Sorano l'eufotide affiora per un chilometro. Il Sig. Moderni l'ha vista perchè l'ha segnata in parte, ma l'ha indicata come tefrite.

Il tufo litoide in tutti i punti della carta del Sig. Moderni ha una estensione esageratissima.[1]

⁂

Il Sig. Moderni, che aveva detto di conoscere bene i vulcani tirreni, dice ora che il suo lavoro sui Vulsinii non è che una *contribuzione*, ciò di cui nessuno ha mai dubitato. Ma contribuzione significa studio sommario d'una quistione, oppure studio più o meno completo di *alcuni* suoi elementi. La *genesi* della formazione d'una regione si deduce invece dalla sintesi dello studio completo di *tutti* gli elementi che vi si riferiscono e del loro concatenamento, e appunto perciò non può ricostruirsi sulla base d'una semplice contribuzione. Per fare un paragone accessibile a tutti dirò che a nessuno verrebbe in mente di fare la storia del risorgimento italiano, sia pure « a grandi linee », in base allo studio sommario dei suoi diversi episodii o allo studio più o meno completo di alcuni di essi. E tornando alla genesi della Conca di Bolsena ricorderò che lo Struever, che tale conca conosceva bene, soleva dire che per capirci qualche cosa occorrono venti anni, se pure bastano. Io difatti più avanzo in questa ricerca, più ne vedo crescere le difficoltà, e non so nascondere la mia meraviglia davanti alle affermazioni recise di chi ha studiato l'arduo problema assai meno di me e con mezzi incomparabilmente più modesti.

Roma, febbraio 1916.

---

[1] Il Sig. Moderni nella sua memoria (pag. 188) dice che raccolse 300 campioni, e lamenta che Bucca non glieli abbia studiati tutti. Siccome si tratta di una estensione di 1200 ch. q., egli avrebbe raccolto in media un campione per ogni 4 ch. q., cioè un materiale assolutamente insufficiente.

V.

Ing. S. FRANCHI

LE “ARENARIE DI ANNOT„ E LA “ZONA AD HELMINTHOIDA„
nell'Eocene delle Alpi Marittime e dell'Appennino Genovese

Tre successive Missioni per studi agro-geologi in Tripolitania, alle quali ho partecipato, e che si sono compiute nei mesi invernoprimaverili degli anni 1912, 1913 e 1914 (1), mi hanno distolto temporaneamente dai miei studi di geologia alpina, così che io ho trovato che si è aggiunto, ai precedenti, un certo numero di lavori di geologi italiani e stranieri, riguardanti regioni da me precedentemente studiate, sui quali desidero fare delle osservazioni, onde partecipare alla discussione dei quesiti importantissimi, che in tali lavori sono stati posti o toccati e dei quali si è tentata la soluzione.

Uno di tali quesiti è quello che concerne la serie dei terreni terziari antichi delle Alpi Marittime e dell'Appennino Genovese, sulla quale, fra i geologi che li hanno studiati nelle Alpi Marittime francesi, in quelle italiane e nell'Appennino, non esiste finora nemmeno

---

(1) La Missione del 1912 ha avuto per campo di studio il solo territorio delle oasi tripoline ed un ristretto territorio fra Homs e il Mergheb. Vedasi l'opera pubblicata dal Ministero di Agricoltura alla fine dello stesso anno: *Ricerche e studi agrologici sulla Libia*, (Bergamo 1912).

Della Missione del 1913, molto più numerosa, facevano parte tre geologi, il prof. Parona, chi scrive e l'ing. Crema; vi era pure aggregato il dott. Pietro Zuffardi. La regione esplorata geologicamente comprendeva tutte le pianure marittime da Taorga e Misrata a Zuara e una zona del Gebel fronteggiante dette pianure fra Taorga e Jefren o il mare, presso Homs. Vedasi l'opera pubblicata dal Ministero delle colonie nel 1913, avente per titolo *La Tripolitania settentrionale*, (Roma 1913), nella quale le relazioni sommarie sulla geologia e l'idrologia sono un lontano accordo, come risulta, oltre che dagli scritti e dalle carte e profili annessi, dalle carte geologiche pubblicate, e particolarmente da quelle all'80.000 ed al 1.000.000 del Servizio della Carta geologica di Francia, pubblicate fra il 1898 e il 1905, da quella al 400.000 delle Alpi Occidentali, pubblicata dal R. ufficio geologico nel 1908 e da quelle manoscritte dell'Appennino Settentrionale, pubblicate dal prof. Federico Sacco nel 1891 nel 1893 e infine da quella delle Alpi Occidentali stampata da questo geologo nel 1912.

Dell'accennato quesito io ho potuto occuparmi subito, essendo in possesso di sufficienti dati per trattarne, senza bisogno di speciali revisioni sul terreno; ed ho voluto farlo perchè i problemi secondari che vi si connettono sono veramente interessanti e di non piccola portata, per la paleogeografia, la tettonica e la cartografia di vaste regioni alpine ed appenniniche.

In una breve comunicazione preliminare, fatta alla riunione iemale della Società geologica italiana, tenutasi in Roma il 28 marzo 1915 (1), io ho affermato alcuni fatti fondamentali in ordine allo sviluppo della zona ad *Helminthoida labyrinthica* nell'Eocene del bacino di San Remo e nell'Appennino ligure e ad alcuni cambiamenti laterali di costituzione litologica, fatti che dimostrerebbero errato il riferimento all'Oligocene di una formazione arenacea, sviluppata nell'Alta Valle Roja, nella Valle Argentina e fra Alassio ed Albenga, e mi riservavo di darne la dimostrazione.

---

state redatte dallo scrivente, e la notizia « *sulla serie dei terreni della Tripolitania settentrionale*, di Parona, Franchi e Crema », (Boll. Soc. geol. ital., 1913).

La Missione del 1914, molto ridotta di numero, avente per scopo ricerche geologico-minerarie e botanico-agrarie, esplorò il Gebel fra Garian e Nalut, si spinse a Misda e a Gheriat in autocarro; percorse in carovana gli itinerari Misda Beni Ulid e Beni-Ulid Bungeim; poscia in autocarro raggiunse Socna e la Montagna Nera. Un lungo periodo di Ghibli e la stagione avanzata le impedirono di andare a Murzuc. Vedasi lo studio preliminare fatto dal prof. Parona sui fossili raccolti dai geologi della Missione del 1913 e in quest'ultima dal dott. Zuffardi e da me: *Per la Tripolitania settentrionale*, (R. Acc. Sc. di Torino, 1914-1915).

(1) La posizione della zona ad *Helminthoidea labyrinthica* nell'Eocene ligure e l'età dei supposti « grès d'Annot ». Boll. Soc. Geol. It. 1915, fasc. 2, p. 297.

Nella prima delle conclusioni della stessa nota, affermavo inoltre che le arenarie dell'Alta valle Stura e della Valle Grande di Vernante sono per di più anteriori alla suddetta formazione arenacea.

Io mi accingo ora a tenere la promessa, persuaso come sono che, trattandosi di decidere l'età della maggior parte dei terreni eocenici delle Alpi Marittime e dell'Appennino Genovese, in questo periodo di promettente rifioritura di studi sui terreni terziari, l'argomento meriti di essere più ampiamente svolto e documentato, onde offrire una miglior base per la ulteriore discussione, colla speranza che essa condurrà ad un accordo fra i geologi, i cui dispareri riguardo alla serie di quei terreni ed alla posizione in essi della suddetta zona sono tuttora molto stridenti.

E' infatti appena concepibile che la zona ad *Helminthoida*, tanto distinta e tipicamente caratterizzata, possa, in due parti dello stesso bacino, essere ritenuta da alcuni luteziana, lungo il litorale fra Genova e Chiavari e nei monti retrostanti, e da altri lattorfiana fra Alassio e Bordighera e nel vasto bacino comprendente le grandi valli Roja, Argentina, Arroscia, ecc.

Certamente la unilateralità delle osservazioni, in parte anche affrettate, il mancato controllo e l'oblìo delle osservazioni e delle conclusioni di quei geologi che avevano in precedenza studiate le due regioni, hanno solo potuto condurre ad opinioni così aberranti, sopra un fatto che, sul terreno, risulta di una rara chiarezza, ed entrambe non poco lontane dal vero.

Un rapido sguardo alla bibliografia dimostrerà facilmente la verità di questo asserto, facendoci palese che la questione della posizione della suddetta zona era già stata nettamente posta, e in parte risolta, fin dalla metà del secolo scorso, per quanto lo permettevano i pochi resti organici, e di assai scarso valore cronologico, in essa rinvenuti; e la discussione che si farà in seguito varrà a dimostrare che il piccolo, ed in parte assai remoto, contributo da me dato alla conoscenza della serie eocenica ed alla tettonica di essa nel bacino di San Remo, ha conservato tutto il fondo di verità, che ad esso veniva dal minuto studio del terreno, per quanto non suffragato dallo studio completo delle Nummuliti e degli altri fossili, raccolti durante il rilevamento (1).

Cenni bibliografici.

Nella carta geologica che accompagna l'opera di L. Pareto « Descrizione di Genova e del Genovesato » la *calcarea nummulitica-macigno*, considerata come il membro superiore dei terreni secondari, molto sviluppato fra Ventimiglia, Albenga ed il Colle di Tenda e nell'Appennino settentrionale a levante del Polcevera, è distinta dai *terreni terziari medi* del versante marino (Celle, Portofino, ecc.) e del versante piemontese. Così fin dal 1846 il Pareto distingueva nettamente le due formazioni eocenica e oligocenica della Liguria; e non si può a meno di ammirare la chiarezza delle descrizioni, la giustezza e la perspicacia delle osservazioni e della interpretazione dei rapporti stratigrafici delle due formazioni. Ad esempio egli riconosce che i calcari con Nummuliti debbono rappresentare la parte inferiore del terreno del macigno « e che *le arenarie ed i calcari a fucoidi* » (zona ad *Helminthoida*), che indica a Capo Berta, a Capo Mele e nei dintorni immediati di Genova (Forte Sperone, Forte Diamante, ecc.), *rappresentano la parte superiore*. Di questo ultimo terreno tratteggia il comportamento tettonico ed indica la ricchezza in impronte meandriformi (Helminthoidi). Il Pareto traccia inoltre la distribuzione di questi calcari a fucoidi, aiutatovi dall' « *esistenza costante sotto di essi di una zona di argille varicolori con diaspri* », nelle quali si mostrano mineralizzazioni di rame e di manganese, zona che egli indica nella valle del Bisagno ed in molti punti « seguendo la base occidentale del M. Antola, tutta formata sull'alto da calcarea a fucoidi, mentre da una parte e dall'altra, cioè a levante ed a ponente è dessa sorretta dai banchi medi e inferiori della formazione ».

---

(1) Lo studio di questi fossili sarebbe tutt'ora molto interessante, anche e specialmente dopo i recenti grandi lavori sul Nummulitico alpino di Arnold Heim, J. Boussac, Dainelli e Fabiani, per non parlare che dei principali; e potrà essere compiuto, insieme a quello del materiale che verrà raccolto durante le revisioni del mio antico rilevamento geologico (1891-93), le quali precederanno la pubblicazione delle carte al 100.000.

Parlando del fatto che i geologi toscani affermano esistere alberesi e macigni con Nummuliti soprastanti ai calcari a fucoidi, egli dice: « posso assicurare che nelle parti da me vedute in Liguria, le conchiglie foraminifere non sembrano esistere in una formazione la quale sia legata superiormente colla calcarea a fucoidi, ma che invece esistono in quelle roccie clastiche ossia in quelle puddinghe e molasse che soprastanno ben anche a questa calcarea medesima, ma che ne contengono dei numerosi frammenti rotondati, siccome anco contengono ciottoli di serpentina, e che tutto indica doversi separare dalla calcarea medesima, per riporli in una divisione superiore e riunirli forse ai terreni dell'epoca terziaria ». L'autore accenna poi alla estensione della « calcarea a fucoidi » nel Tortonese, nel Vogherese e nel Parmigiano.

Col lavoro di Angelo Sismonda « Notes sur les dépôts à Nummulites » (1) è segnato un progresso importante nella conoscenza dei terreni nummulitici, che egli distingue in due gruppi. Riporto testualmente quanto egli dice nella conclusione della breve nota: « Nous devons conclure qu' il existe deux terrains avec des Nummulites: un est antérieur au soulèvement pyrénéo-apennin; l'aütre aurait suivi immediatement cette grande catastrophe. Ces deux terrains diffèrent entre eux per leurs fossiles, par leur gisement et par leur nature. Le plus récent des deux est en général très riche en fossiles, tandis que son devancier, en Italie, en contient à peine. *Ce sont de grandes Nummulites dans les étages inférieurs, et des fucoïdes dans les supérieurs.* Les Nummulites du terrain post-pyrénéo-apennin sont petites et presque plates. Elles sont contenues dans un grè qui n'est presque pas altéré, comme ne le sont pas davantage les roches qui lui sont associées et qui renferment en grande quantité de fossiles, appartenant, d'après l'étude qu' en ont faite M. M. d'Archiac, Bellardi, E. Sismonda, ecc. ecc. à la faune du terrain Éocène (Il sistema inferiore apparteneva ancora secondo le idee di quel tempo alla parte superiore della serie cretacea).

---

(1) Bull. Soc. Geol. de France, 2ª série, tome X, 1852, p. 47-51.

L'A. dice che le roccie della serie inferiore (calcare a Nummuliti rigonfie e macigno a fucoidi) sono più o meno alterate e fortemente dislocate, contornate e ripiegate, e che quelle della serie superiore (conglomerati, arenarie, ecc.) « *ricoprono in discordanza le roccie del macigno* ».

Ancora il Pareto, nell'importantissimo lavoro: Note sur le terrain nummulitique du pied des Appennins (1), accenna alla costituzione della serie nummulitica inferiore, che comprende dei calcari a Nummuliti, il macigno ed i calcari a fucoidi, sia nel Nizzardo che nelle Basse Alpi, ecc., che tra Bordighera ed Alassio e fra Genova e Spezia. Egli parla poi in questi termini della « zone nummulitique plus récente: Or au pied de cette chaine de l'Apennin, et particulièrement sur le versant Nord, lorsqu'on s'éloigne un peu de la ligne de partage des eaux, et qu'on descend vers la plaine, on trouve au dessus des calcaires à fucoïdes et macignos, ou bien au dessus des couches métamorphiques qui les remplacent (i calcescisti del massiccio secondario a facies piemontese di Voltri, dall'A. ritenuti terziari) une zone considérable de poudingues et mollasses . . . . dans lesquelles sont répendus d'assez nombreux fossiles, parmis lesquels ne sont pas rares des espèces de Nummulites ». Nella sezione N. 4 della tavola XI, fra Pietrabissara e Cassano, egli indica in modo chiaro la discordanza fra i calcari a fucoidi « tres-contournés » e gli « agrégats et sables serpentineux avec Nummulites qui n'ont pas subi du tout les étranges contorsions des bancs inférieurs ». A pag. 376 aggiunge: « De même a Roccaforte, le poudingue qui se lie aux conches nummulitiques est adossé aux calcaires à fucoïdes, et semble en être tout-à-fait distinct ». E più oltre dice ancora che i fatti osservati dimostrano chiaramente « que le dépôt de la zone nummulitique récente (tongriana) doit avoir eu lieu lorsque déja le relief des montagnes au pied desquelles elle se trouve, et qui sont en général composées des couches supérieures de la formation nummulitique alpine ou plus ancienne, avait été puissament modifiée ».

---

(1) Bull. Soc. Geol. de France, 2ª serie, tomo XII, 1855.

Infine, in un lavoro posteriore (1), il Pareto si ricrede sulla opinione fino allora professata insieme ad altri geologi che il *nummulitico, il macigno ed il calcare a fucoidi* appartenessero al Cretaceo, e fra le ragioni per giustificarsene adduce quella della necessaria distinzione « a causa di fenomeni di stratificazione » del nummulitico più recente (Tongriano), che, come si vide, era allora ritenuto rappresentare l'Eocene. Il Pareto dà il nome di *Niceano* alla *formazione inferiore ricca in Nummuliti*, applica quello di *Liguriano*, creato nel 1853 da Mayer, al soprastante *macigno* (che è veramente un flysch argilloso–arenaceo-calcareo) e adotta quello di *Modenese* pel superiore *calcare a fucoidi*, che egli assimila cronologicamente alle argille scagliose. E sul limite da assegnare all' Éocene così si esprime:

« Je suis d'autant plus fondé à faire terminer au calcaire à fucoides inclusivement le terraim Éocène, que c'est entre lui et les terrains qui suivent, qu' en Ligurie se trouve ordinairement, pour ainsi dire, la plus grande discordance entre les différentes couches, là tout indiquant qu'*il y a eu après le calcaire à fucoïdes un grand changement dans la disposition physique et dans la nature des couches* » (p. 219-220).

Da questi lavori noi vediamo che, sulle suddivisioni principali dei terreni terziari, e specialmente dell'Eocene, sulla continuità dell'orizzonte superiore, cioè della zona ad *Helminthoida* (calcare a fucoidi) dal bacino di San Remo ai dintorni di Genova, e sulle differenze genetiche, litologiche, di grado di metamorfismo e di comportamento tettonico fra quel terreno ed il soprastante Tongriano, il Sismonda ed il Pareto si erano espressi con accordo così perfetto e con chiarezza ed efficacia tali, quali sono solamente possibili in presenza di fatti altrettanto chiari ed intuitivi; ed è veramente da rammaricare che delle loro osservazioni oggettive non sia stato sempre tenuto il debito conto dai geologi che si occuparono in seguito di quelle regioni.

---

(1) *Note sur les subdivisions que l'on pourrait établir dans les terrains tertiaires de l'Appennin septentrional.* (Bull. Soc. geol. de France, 2e Série, t. XXII, 1865).

Nella sua « Carta geologica di Savoia, Piemonte e Liguria », edita nell'anno 1866, il Sismonda segna colla stessa tinta i terreni eocenici del bacino di S. Remo e dell'Appennino genovese, indicandoli come *terreno nummulitico* e pone nel *terreno terziario medio* (miocene) le formazioni conglomeratiche soprastanti.

Nell'appendice ad un suo discorso di inaugurazione dell'anno scolastico 1884–85 ed in un lavoro posteriormente pubblicato (1) A. Issel dava un « quadro cronologico dei terreni della Liguria » in cui eran posti nell'« epoca liguriana », e giustamente assimilati, i calcari « a fucoidi con *Chondrites intricatus*, *C. Furcatus*, *Zonarides digitatus*, *Helminthoidea labyrinthica*, ecc. di Chiavari, Rapallo, Torriglia, Val Bisagno, Genova, Porto Maurizio, Taggia, S. Remo »; con che la corrispondenza delle zone ad Helminthoidi del bacino di San Remo e dell'Appennino genovese veniva completamente riconosciuta.

Alla « Carta geologica delle Riviere liguri e delle Alpi marittime (1887) » di Issel, Massuoli e Zaccagna, in cui sono pure posti nell' Eocene i terreni delle due regioni suindicate, sono annessi dei profili di questo ultimo geologo, con uno dei quali è messo in evidenza il contrasto fra i vivi ripiegamenti dell' Eocene del bacino di S. Remo e dei terreni più antichi rispetto all'andamento tranquillo e pianeggiante del Tongriano dei dintorni di Mondovì. Nel detto profilo, fra la pianura di Mondovì ed Ospedaletti, i terreni dell'Eocene, dal basso all'alto, sono così indicati :

1° Calcari scistosi e compatti con nummuliti, con arenarie e galestri ;

2° Galestri e arenarie con calcari ad *Helminthoida labyrinthica;*

3° Alberesi, arenarie, scisti galestrini con fucoidi.

Nella spiegazione di detta carta, pubblicata nel Bollettino della Società geologica italiana pel 1897, il prof. Issel divideva l' Eocene in tre parti: liguriana, infraliguriana e bartoniana, collocando giustamente nella prima e superiore tutti i calcari ad *Helminthoida* ed a Condriti delle Alpi marittime e dell'Appennino, come già aveva fatto nell'appendice citata avanti, e conformente alle idee del Pareto.

---

(1) *La Liguria e i suoi abitanti nei tempi primordiali.* — Genova, Tipografia Marittima, 1885

Anche nella « Carta geologica delle Riviere Liguri e dei territori confinanti» di A. Issel e S. Squinabol, edita nel 1890, sono mantenute identiche segnature per l' Eocene delle due suddette regioni liguri, però vi sono segnati diversi affioramenti di Cretaceo nei dintorni di Genova.

In un piccolo lavoro degli stessi Autori (1) è detto di un *Pecten* indeterminabile rinvenuto in un lastrone di calcare della formazione ad *Helminthoida labyrinthica* Heer ed *H. crassa* Schaph, fra Doria e Monte Creto, ed è descritta una formazione di scisti argillosi di color vinato, verdognolo e grigio sottostante alla formazione precedente. Detti scisti argillosi, colorati da ossidi di ferro, a luoghi infusibili, affiorano in molti punti e presentano talvolta noduli di marcassite e pezzetti di rame nativo, che in un caso si è trovato epigenizzare un dente di *Oxyrhina*, che qualcuno ritenne eocenica altri cretacea (*Oxyrhina Mantelli* Agass.). Per questo, per la rassomiglianza di questi scisti con quelli del Bolognese includenti fossili cretacei, nonchè per l' ammonite di tipo cretaceo trovato a S. Olcese dal Pareto, gli autori non sarebbero alieni dal ritenere come cretacei gli scisti variegati suddetti, pure attribuendo all' Eocene superiore la formazione ad *Helminthoida*, come si vide dal quadro indicato nel lavoro precedente.

Il Prof. Issel descrisse più tardi, nel suo lavoro « Torriglia e il suo territorio » (Boll. Soc. geol. it. 1906), altri affioramenti di scisti variegati che ritenne sottostare in discordanza agli alberesi con *Helminthoida*, e che ascrisse al Cretaceo, riferendo però ancora all'Eocene la massima parte della formazione scistosa, includente le masse di roccie ofiolitiche, delle valli Polcevera, Scrivia, ecc., formazione che il Sacco aveva, come ora vedremo, collocata in blocco nel Cretaceo.

---

(1) *Di una gita nei dintorni di Genova.* Atti d. Soc. Ligustica Sc. Nat. e Geogr., Vol. I, N. II, 1890.

Dopo tutti questi lavori, coi quali la assimilazione completa della formazione del bacino di San Remo con quella costituente l'Appennino genovese era concordemente mantenuta, il prof. F. Sacco, nel 1891, col suo lavoro « L'Appennino settentrionale (parte centrale) » (1) e colla carta geologica al 100.000 che lo accompagnava, entrava in un ordine di idee completamente nuovo, contrastante con quelle di tutti i geologi che lo precedettero, i quali ritennero unitaria la potente formazione includente le note numerose masse di roccie ofiolitiche, ed avente alla sua sommità la zona di calcari alberesi a fucoidi e ad *Helminthoida*. Il prof. Sacco attribuì al Cretaceo la parte che, nei dintorni di Genova, corrispondeva all'incirca al Liguriano del Pareto, ossia la formazione scistosa colle roccie ofiolitiche, ed al Parisiano la zona suddetta ad *H. labyrinthica*, costituente essenzialmente il Modenese dello stesso geologo. Il Sacco includeva ancora nell'Eocene, con limiti molto incerti, delle zone marnose a Nummuliti, sottostanti alla stessa zona, e che egli riteneva rappresentassero il Suessoniano.

Con questa nuova serie il prof. Sacco intendeva di mettere in accordo i ritrovamenti di fossili cretacei, che si affermano avvenuti in molti punti nella formazione inferiore, e la concordanza evidente di essa colla formazione ad *Helminthoida* soprastante, la quale perciò avrebbe dovuto rappresentare gli orizzonti inferiori del Mesonummulitico della regione. Un altro fatto, che certamente ebbe molto peso e contribuì ad indurre l'Autore in quella nuova concezione seriale, è stata la presenza di Nummuliti di tipo bartoniano in una zona marnosa poco potente, sottostante al Tongriano e con esso concordante, e col quale essa presenterebbe perfino transizioni graduali, stratigrafica e paleontologica (per le Nummuliti, l. c. p. 880), mentre ricoprirebbe in trasgressione i supposti Cretaceo e Parisiano.

Però il Sacco, con una appendice (2) a questo lavoro, modificava alquanto le proprie idee, dando una maggiore estensione al Parisiano, a detrimento del supposto sottostante Cretaceo, e tali modificazioni illustrava con una seconda edizione della carta al 100.000. L'Autore stesso ammetteva inoltre che, col proseguire degli studi potrà accadere che la estensione del Cretaceo possa ancora diminuire a vantaggio dell'area occupata dall'Eocene, senza però accennare di volersi ricredere sull'età parisiana della *zona ad Helminthoida*. Ma quello che più interessa in questa appendice, nei riguardi della questione generale della serie, è che l'autore ammette come non improbabile che, alcune zone indicate come bartoniane siano invece riferibili al *Tongriano basale*, come ad es. a Monteregio, dove delle marne arenacee a *Nummulites Boucheri* ed a *N. Fichteli*, sovrastanno direttamente a banchi certamente oligocenici, nei quali, alle suddette Nummuliti si aggiunge la *N. intermedia*. Così sarebbe tolto dallo stesso prof. Sacco, il migliore argomento che egli avesse portato per negare che la zona ad *Helminthoida* rappresentasse la parte più alta dell'Eocene della regione.

---

(1) Boll. Soc. geol. ital., anno 1891, p. 691. (Carta geologica manoscritta in vendita presso l'Autore).

(2) *L'Appennino settentrionale* (*Appendice prima*). Boll. Soc. geol. ital., anno 1903.

Si vedrà in seguito, però, che non bastano estensioni più o meno grandi dell'Eocene a danno del supposto Cretaceo, ma che, alla luce della serie stratigrafica completa, fornita dal bacino di San Remo, si imporrà una soluzione radicale, che armonizzi, almeno colla parte media e superiore di essa, quella dell'Appennino ligure.

A questi nuovi concetti del prof. Sacco si opposero, con lavori pubblicati in vari tempi, Squinabol e Bozano, Pantanelli, C. De Stefani e G. Trabucco.

Il Prof. A. Issel nel vol. I della « Liguria geologica e preistorica » (1892), nel capitolo Eocene, ci dà interessanti ragguagli sopra tutti i resti fossili trovati in quel terreno fra Ventimiglia e Spezia, e particolarmente sui foraminiferi. Egli divide ancora l'Eocene in tre parti, di cui la superiore sarebbe la liguriana, comprendente naturalmente la zona ad *Helminthoida*.

Intanto, dopo avere compiuto il rilevamento di buona parte delle Alpi Marittime, chi scrive, in un lavoro col quale dava notizia dei principali risultati ottenuti (1), si occupava pure dell'Eocene dei dintorni di Ventimiglia, pubblicandone una cartina geologica e alcuni profili, e indicando la serie eocenica divisa in tre membri ben distinti (p. 49). Essi erano dal basso all'alto (con riferimento alla Carta geologica):

---

(1) *Contributo allo studio del Titonico e del Cretaceo nelle Alpi Marittime italiane*, con carta geologica e profili. (Boll. R. Com. geol. 1894).

« 1.° Una zona N_1 (Nummulitico inferiore) comprendente gli strati fossiliferi dalle puddinghe, sottostanti agli strati a *Nummulites perforata*, alle marne friabili che vengono sopra, contenenti Orbitoidi (Ortofragmine), gasteropodi e lamellibranchi ».

« 2° Una zona N_2, molto potente, interposta fra la zona precedente e quella superiore ad *Helminthoidea labyrinthica*, costituita da scisti arenacei, arenarie, alberesi e galestri in straterelli alternanti. In Valle Roja ed in Valle Nervia vi sono sovente intercalate fascie di marne arenacee a diverse altezze, ricordanti quelle plioceniche. In Valle Argentina ed in Valle Arroscia (Albenga) sono inserite in tutta l'altezza di detta zona delle lenti di calcare cristallino e dei banchi di brecciole calcari contenenti Nummuliti ed Orbitoidi, non notate in alcun punto della zona soprastante ».

« 3° La zona ad *Helminthoida labyrinthica* ed a *Chondrites affinis*, di cui una parte è *prevalentemente costituita da arenarie grossolane*, della quale havvi una cava a Vallecrosia ed altre a levante di Bordighera, e di cui un'altra è prevalentemente calcarea ».

Riferendomi al profilo della pagina 47, indicavo sopra la suddetta zona una formazione rappresentante « la parte superiore dell'Eocene della regione »; in essa non si trovano più che piccole *Chondrites* (*Targionii* ed *intricatus*) e tracce di *Helminthoida* ricordanti la *H. irregularis* Squinabol. Di questa zona superiore indicavo i limiti nella cartina fra il Monte Caggio e Borghetto S. Niccolò e da Ospedaletti a Coldirodi ecc. verso nord-est.

E sempre nella stessa pagina 49 aggiungevo: « ricordo che ivi come in tutte le Alpi Marittime, immediatamente al disotto degli strati ad *Helminthoida*, e superiormente alla grande massa degli scisti galestrini N_2, che in alcune regioni, in tutta la loro altezza contengono lenti e sottili banchi di calcari e brecciole con piccole Nummuliti, apparisce costantemente una zona caratteristica, che costituisce un vero orizzonte, di scisti vinati, bruni, nerastri e verdognoli, quali ho pure notati in Valle Polcevera presso Zemignano e Camporsella, ai piedi delle piramidi di alberese con *Helminthoida labyrinthica*, sulle quali stanno i forti Due Fratelli e Diamante. Ivi furono dal Sacco riferiti al Cretaceo ».

In questa mia serie adunque, sotto il N. 1, Nummulitico inferiore della regione, erano compresi il Luteziano e l'Auversiano, ora distinto da Boussac, nel N. 2 il flysch priaboniano, con lenti di roccie a piccole Nummuliti, e nel N. 3 la « zona ad *Helminthoida* »; serie questa che, cartograficamente, si potrebbe forse mantenere ancora oggi, viste le grandi difficoltà di separare ovunque l'Auversiano, salvo per quelle regioni autoctone, dove venisse dimostrato sicuramente, che il banco Nummulitico basale sia superiore a questo orizzonte.

In questo stesso lavoro, col quale erano rivendicati al Giurese ed al Cretaceo ampie zone di terreni fra il Colle di Tenda e il Gesso, dapprima ascritte al Trias, con alcuni profili e disegni davo le prime indicazioni chiare sulla struttura imbricata, tanto evidente nella regione fra il Colle di Tenda e la Valle Stura, ed accennavo anche alla serie eocenica che si osserva fra il M. Enchastraye ed il Colle della Maddalena, serie di cui dovrò occuparmi in seguito (l. c. p. 74).

Il dottor Rovereto pubblicava nel 1897 una tabella comparativa dei terreni eocenici del Nizzardo e della Liguria, nella quale, astrazion fatta delle roccie verdi, che, considerate come intrusive e contemporanee del sollevamento post-eocenico, non dovrebbero a rigore far parte, come membro a sè, della serie stratigrafica, la serie eocenica è divisa in tre parti, nella superiore delle quali figurano bensì i calcari ad *Helminthoida*, ma anche la parte superiore degli scisti argillosi della Polcevera e del Centa, che, come si vedrà, ne sono ben distinti e subordinati (1).

In questa sommaria rassegna bibliografica non esaminerò i numerosi ed importanti lavori riguardanti l'Appennino Settentrionale e Toscano, perchè ciò mi trarrebbe troppo in lungo, senza che ne venisse una luce adeguata ai quesiti che io tratterò, riguardanti specialmente le Alpi Marittime. Tuttavia credo utile ricordare come per le regioni circondanti il gruppo delle Alpi Apuane, l'Ing. Zaccagna indichi pure alla sommità della serie eocenica « calcari alberesi, calcari marnosi ad *Hel. Labyrinthica*, scisti galestrini ed arenarie a fucoidi »; il che sembrerebbe giustificare la speranza che si possa un giorno giungere a riconoscere fra le serie eoceniche di quelle diverse regioni maggiore armonia di quanto oggi si possa sospettare.

---

(1) *Sulla stratigrafia della valle del Neva.* Boll. Soc. geol. it., 1897, p. 91.

Colla pubblicazione della Carta Geologica della Francia ad 1:1.000.000, fatta nel 1905, veniva messo in evidenza il contrasto, per quanto riguarda i terreni eogenici delle Alpi Marittime, fra le due serie al di là e al di quà del confine, poichè mentre pel bacino di S. Remo, su dati forniti dal nostro Ufficio geologico, essi furono tutti posti nell' Eocene (20), per le regioni oltre confine figurano come oligocenici i *grès* d'Annot ed il flysch, di cui essi costituiscono una *facies* colà predominante. Tale carta ci offre perciò una visione sintetica della divergenza di vedute che questo mio lavoro si proporrebbe di comporre, a riguardo dell'età di quei *grès*, secondo le indicazioni dalla carta al 400.000, di cui parleremo fra poco (1).

Durante la riunione straordinaria a Torino della Società geologica di Francia nel 1905, i congressisti, nella corsa del 9 settembre, confermarono l'antica osservazione del Pareto, che indicò come a Pietrabissara l'Oligocene si sovrapponga in discordanza sui *calcari a fucoidi* e ad *Helminthoida labyrinthica*, vivamente ripiegati (pag. 845-846). E nella escursione del 10 settembre W. Kilian « a été frappé de l'identité presque absolue que présentent les calcaires *éocènes* à Helminthoïdes (alberese) des environs de Gênes avec des assises très-développèes dans la région de l' Ubaye et des Hautes-Alpes et que M. Haug et lui ont désignées sous le nom de « Flysch calcaire ». Ces assises renferment les mêmes empreintes, et appartiennent ègalement, dans les Basses Alpes, à l'Eocène moyen; elles sont faciles à distinguer du flysch gréseux et argilo-gréseux qui les recouvre » (1).

---

(1) *Carte géologique de la France à l'echelle da 1.000.000.* Ministère des travaux publics. Paris, 1905.

Col profilo annesso alla cartina che accompagna il resoconto, redatto dal Prof. Sacco, questi, come già fece il Pareto, mette in evidenza la discordanza fra il Tongriano ed i sottostanti alberesi a fucoidi, i quali però sono ancora mantenuti nel Parisiano.

Nello stesso anno chi scrive insisteva ancora sulla identità della zona ad *Helminthoida* del bacino di San Remo con quella dell' Appennino Genovese, e manifestava di conseguenza la sua opinione sulla inaccettabità della cronologia introdotta dal prof. Sacco nei terreni di questa regione (2).

Allo scopo di far rilevare altre divergenze di vedute a proposito di due lavori del Prof. Sacco sulle Alpi Marittime (3) e specialmente del secondo, accompagnato da una carta geologica al 100.000, la cui serie non mi sembrava giustificata dal testo del lavoro, e presentava delle disarmonie e delle lacune incomprensibili, io pubblicavo un breve lavoro nel 1907 (4), e ne traevo occasione per dare alcuni cenni sommarî sulla interessantissima struttura del contrafforte fra Gesso e Stura, dove esistono cinque sinclinali successive di terreni eocenici, comprese entro a pieghe « coricate e rotte e seguite da fratture con scorrimenti molto importanti » (l. c. p. 163); ed indicavo con schizzi e profili i fatti tettonici più notevoli che si possono osservare nelle meravigliose sezioni naturali, prodotte dalle incisioni delle valli Gesso e e Stura. In questo lavoro, che sembra sia sfuggito all'esame, se non all' indice bibliografico del Signor Boussac, il quale muove un appunto al Prof. Sacco di non essersi accorto della tipica struttura imbricata, malgrado le suggestive indicazioni fornite dalla perforazione del Colle di Tenda, dove Baldacci e chi scrive documentarono un ricoprimento di 4 o 5 chilometri, io ho poi elencati uno ad uno i fenomeni tettonici che venivano in seguito indicati nella carta al 400.000. E pure in esso io accennavo all'esistenza, nella piega che segue verso occidente quella di Andonno, di calcari arenacei con *Nummulites perforata*, ed alla singolare formazione arenaceo-puddingoide costituente il nocciolo della sinclinale (tav. V fig. 4).

---

(1) Bull Soc. geol. Fr. 4e série, t. V, 1905.

(2) *A proposito della riunione della Società geologica di Francia in Torino nel settembre 1905.* (Boll. R. Com. geol., 1905, p. 298, 308, 309).

(3) F. Sacco. *Sur l'âge du gneiss du Massif de l'Argentera.* Bull. S geol. Fr. 4e série, t. VI, n. 7.

I monti di Cuneo fra il gruppo della Besimanda e quello dell'Argentera. Atti d. R. Acc. Sc. Torino, vol. XLIII, adunanza 18 novembre 1906.

(4) S. Franchi. *Osservazioni sopra alcuni recenti lavori sulla geologia delle Alpi Marittime.* Boll. R. Com. geol. it., 1907, p. 115.

Nella carta geologica al 400.000 delle Alpi Occidentali, edita dall'Ufficio geologico nel 1908, conformemente alle idee espresse nei precedenti lavori, io suddividevo l'Eocene del bacino di S. Remo in tre membri, del quale il superiore, la zona ad *Helminthoida*, era indicato con tinta speciale e con sufficiente esattezza di limiti. Nell'area della carta tale zona terminava poco a levante del Colle di Tenda, e solo riappariva presso il confine a ponente di Argentera. In tale carta includevo nell'Eocene la zona di arenarie. Lausanier–Pourriac–Servagno ecc., attraversante il confine nell'Alta Valle Stura e le masse di arenarie di Mentone e di Annot a Sud del Mercantour, non parendomi accettabile la loro ascrizione all'Oligocene, indicata nelle carte geologiche francesi. Le principali linee di frattura, di cui una, estesa dalla Valle Argentina attraverso il Colle di Tenda e le valli Vermenagna, Gesso e Stura fino, oltre il confine, alla regione dei ricoprimenti dell'Ubaye, sono indicate su detta carta; come sono indicati i principali affioramenti di roccie secondarie che si trovano lungo la suddetta grande linea di frattura con ricoprimento, del Bec Baral, del Colle di Tenda, della Cima Pepino e le altre numerosissime, in cui figurano masse di Giurese, di Lias, di Trias e di Cretaceo, immerse in una zona di flysch con scisti variegati, immediatamente sottostante alle arenarie della zona ad *Helminthoida*. La struttura imbricata della regione in parola ed i parziali ricoprimenti coi « Klippen » o lembi trainati dal moto delle *falde di ricoprimento*, erano adunque abbozzati nella suddetta carta, al pari del meraviglioso ricoprimento per ultrapiega e per frattura della Valle Pennavaira, dove il Lias occupa il fondo di Valle, il Retico fossilifero soprastante è a mezza costa, e la dolomia principale costituisce le cime del Castellermo, del Monte Nero e del Monte Arena. E da quella carta appare pure come l'Eocene tenga il fondo delle valli presso Erli, Zuccarello e Balestrino, in quella interessante e complicatissima regione, sulla quale, anche dopo il lavoro dell' Ing. Zaccagna e le notizie sommarie di J. Boussac, molto è ancora da dire e da completare; il che farò prossimamente (1).

Per l' Oligocene, rinviando il lettore ai numerosi lavori del prof. Sacco sul Bacino Terziario piemontese, mi limiterò ad accennare a qualche lavoro recente, nel quale sia particolarmente discussa la questione del limite cronologico inferiore di esso nell'Appennino Genovese, limite che presenta un grande interesse per gli argomenti che andiamo svolgendo.

Nei lavori del dottor G. Rovereto (2) e specialmente nel più recente, sono dati interessantissimi profili, coi quali è dimostrata all'evidenza la discordanza profonda fra l'Eocene dell'Appennino genovese e l' Oligocene, tanto ricco in fossili, che lo ricopre, e la erosione profonda, che ha scavato nel primo terreno tanti seni nei quali quest'ultimo è venuto a depositarsi, dopo una nuova sommersione. E' opinione del Rovereto, dopo l'esame tettonico particolareggiato da lui compiuto, che le inclinazioni degli strati del Tongriano siano piuttosto dovuti al deposito in masse cuneiformi dei conglomerati, anzichè a movimenti posteriori al loro deposito. Sempre nel secondo lavoro il Rovereto sostiene che l'orizzonte inferiore del Tongriano ligure è il Sannoisiano, contro l'opinione di Haug che opinerebbe trattarsi invece di Rupeliano.

---

(1) D. ZACCAGNA. *Conformazione stratigrafica fra il torrente Neva ed il Pennavaria in territorio di Albenga.* Boll. R. Com. geol., 1909, con carta geologica e profili.

J. BOUSSAC. *Les grands phénomènes de recouvrement dans les Alpes Maritimes italiennes et la fenêtre de Castelvecchio.* (C. R. Akadémie d. Fr., 12 Décembre 1910).

(2) G. ROVERETO. *Illustrazione dei molluschi fossili tongriani esistenti nel Museo geologico della R. Università di Genova,* con « *Osservazioni sul Tongriano di S. Giustina e Sassello* » e *Carta geologica* di A. Issel. — Atti della R. Università di Genova. Vol. XV, 1900.

Nuovi studi sulla stratigrafia e sulla fauna dell' Oligocene ligure. Genova, 1914.

Nella Carta geologica delle Alpi occidentali annessa ad un suo recente grande lavoro sulle Alpi occidentali (1), il prof. Federico Sacco indica tutto il bacino di San Remo come Eocene, ma per l'Appennino ligure egli mantiene le attribuzioni al Parisiano della zona ad *Helminthoida labyrinthica* e del sottostante flysch al Cretaceo. Gli scisti variegati sottostanti, frequentemente di color rosso-vinaccia, che il Sacco, forse sulla base del colore, vorrebbe assimilare alla *scaglia rossa* delle prealpi lombarde, costituirebbero ancora un orizzonte inferiore, il Suessioniano, che passerebbe in basso, al supposto Cretaceo superiore (p. 76).

Però l'autore in questo lavoro esprime l'opinione che le arenarie del Nummulitico alpino, che alcuni tendono a riferire all'Oligocene, siano piuttosto dell' Eocene superiore (l. c. p. 79 e 81), opinione questa che concorda con qualcuna delle conclusioni di questo lavoro, e che egli esprime anche cartograficamente, indicando come eoceniche, sulla sua carta, le principali masse di quelle arenarie, analogamente a quanto era stato fatto, per una parte di esse, nella carta al 400.000 dell'Ufficio geologico.

LE OSSERVAZIONI E UNA IPOTESI DI J. BOUSSAC.

Nel 1908 gli studi sul Nummulitico delle Alpi sono stati ripresi con giovanile ardore e con larghe vedute da J. Boussac, incaricatone dal Servizio della Carta geologica della Francia. Egli visitò le regioni italiane circondanti il Mercantour a NE. e ad E. e pubblicò in una nota riassuntiva prima (2), e poi nel suo poderoso lavoro « Etudes stratigraphiques sur le Nummulitique alpin » i risultati delle sue osservazioni (1). Per la parte italiana il sig. Boussac visitò, rilevando numerosi profili, la Valle Stura di Cuneo, la Valle Gesso a Valdieri e ad Andonno, la Valle Grande di Vernante, affluente del Vermenagna, il Colle di Tenda, il vallone del Rio Freddo affluente della Roja, la Valle Argentina, i pressi di Albenga e di Zuccarello e il M. Armetta nella Valle Tanaro, occupandosi poscia dello studio delle Nummuliti raccolte nei diversi punti, studio a cui si era di lunga mano preparato colla revisione dei terreni nummulitici più noti e più completi di Europa. I risultati a cui egli giunge, e che illustra con numerosi profili e tavole, sono certo interessanti e nuovi e non mancheranno di sollevare proficue discussioni. Principalissimo fra i risultati, nelle regioni che ci interessano, è quello della trasgressione del Nummulitico, dal mezzo della grande sinclinale San Remo – Colle di Tenda – Colle della Maddalena, la quale, come è noto, si prosegue in quella detta dai francesi « des Aiguilles d'Arves » ecc. fino ai Grigioni, verso il suo orlo occidentale; prima attorno al Mercantour, poi verso l'area fra questo massiccio e quello del Pelvoux e quindi verso la parte orientale di questo, fatto che l'A. illustra molto chiaramente con carte schematiche (2).

---

(1) *Les Alpes occidentales.* Turin, 1913.

(2) *Le nummulitique de la zone du flysch à l'est et au sud-est du Mercantour.* Comptes rendus Ac. d. Sc.-Séance 3 janvier, 1910.

Ma quello che più colpisce in questa trasgressione è il fatto che, per effetto di essa, il grande banco nummulitico di base dell'Eocene, ben visibilmente continuo, e che si estende dai dintorni di Ventimiglia al Colle della Maddalena, circuendo il Mercantour – per non parlare che della parte più vicina a noi – e che sembra costituire un vero orizzonte, e come tale è stato ritenuto da tutti e dallo stesso Boussac in principio dei suoi studi, rappresenterebbe invece diversi orizzonti nummulitici, secondo i punti in cui lo si osserva. Ed in generale esso sarebbe, pel sig. Boussac, in tutto il suo spessore, si noti bene, luteziano verso l'asse della sinclinale, auversiano un po' più verso l'esterno e priaboniano negli affioramenti a ridosso del Mercantour e del Pelvoux e nelle parti più orientali delle digitazioni sinclinali a sud del primo e fra i due massicci cristallini.

---

(1) *Mémoires pour servir à l' éxplication de la Carte géologique de la France.* Ministère des travaux publiques. Paris, 1912.

(2) Grandi carte schematiche poleogeografiche dei diversi orizzonti nummulitici, numerosi profili e schemi stratigrafici e splendide fotografie, arricchiscono la grande opera e rendono chiara la comprensione dei risultati originali degli studi di J. Boussac.

L'A. estende le sue osservazioni dalle Alpi Marittime al Brianzonese, alla Savoia, alle varie regioni svizzere autoctone o in ricoprimento, alla Baviera, ecc., giungendo a risultati nuovi ed armonici che provano la bontà del metodo di ricerca adottato. Il quale gli permette di dimostrare che alcune serie prima credute normali sono invece rovesciate, fatto molto importante che tocca davvicino la questione dell'età dei *grès de Taveyannaz*, che noi dovremo pure sfiorare.

E qui conviene soffermarci un po', chè l'ipotesi ben lo merita.

Nulla di più naturale che il banco risultasse dal basso all'alto: luteziano, auversiano e priaboniano nel mezzo della sinclinale, quindi auversiano e priaboniano più a ponente e poi semplicemente, cioè tutto priaboniano, a ridosso dei massicci, dove esso rappresenta solo l'ingressione priaboniana. Ma certamente molti geologi avranno meco grande difficoltà a concepire la nuova ipotesi, nel modo in cui la intende e la rappresenta schematicamente il sig. Boussac, nella fig. 42 del suo lavoro, a pag. 74.

Esaminiamola brevemente. Secondo essa dovrebbero necessariamente verificarsi questi fatti:

1° All'inizio dell'ingressione auversiana dovrebbe cessare il deposito del calcare nummulitico sul preesistente banco luteziano, per limitarsi, almeno in quella forma litologica, alla prosecuzione del banco di base, a contatto col Cretaceo; e un analogo fatto dovrebbe ripetersi all'inizio della ingressione priaboniana: cioè il calcare a Nummuliti priaboniane non si dovrebbe depositare sul calcare nummulitico auversiano, nè su quello luteziano, per limitarsi a proseguire, esso pure, sul fondo cretaceo, il banco nummulitico auversiano.

2° Il limite superiore dei banchi nummulitici auversiano e priaboniano, così singolarmente deposti e giustaposti rispetto alle forme scistose o arenacee coeve, le quali, anzichè depositi successivi, rappresentano depositi contemporanei delle diverse parti dei banchi stessi, si dovrebbe presentare con stratificazione parallela quale noi la osserviamo.

3° Il parallelismo e la concordanza, con apparenza di passaggio graduale fra il banco nummulitico ed i sottostanti calcari in straterelli del Cretaceo, senza traccia di erosione, non si dovrebbero osservare laddove la trasgressione deve essere più forte, come ad esempio a Bersezio, a Cima delle Lose e nel Vallone di Pourriac, presso Valdieri e in Valle Grande, a causa dell'età priaboniana del banco nummulitico. Inoltre non dovrebbe mancare il conglomerato, che si trova già sovente alla base del Luteziano superiore.

Lo stesso Boussac riconosce che ivi non esiste traccia di erosione o deposito conglomeratico di base, i due caratteri che dimostrano l'esistenza della trasgressione. Si avrebbe perciò qui il caso singolare di un banco che sembra perfettamente concordante cogli strati sotto e soprastanti, mentre è trasgressivo sui primi e dovrebbe essere, nelle sue diverse porzioni, contemporaneo, almeno in parte, dei secondi.

Fatti questi che è difficile concepire e che non si possono ammettere a priori, senza una qualche dimostrazione. E' bensì vero che troppi sono, in geologia, i fatti che non si riesce a comprendere e che questo solo non è sufficiente per negarne l'esistenza; tuttavia io penso che la suddetta ipotesi del signor Boussac, la quale ha un fondamento paleontologico indiscutibile, così come è formulata, presta ancora il fianco a molte obbiezioni, e che forse lo studio più minuto di un bacino non tanto ampio, dove sia possibile seguire passo passo il banco nummulitico ed esaminarlo in tutto il suo spessore, a cominciare dal punto dove esso presenta in basso Nummuliti del Luteziano inferiore a quelli dove esso non contiene che specie priaboniane in tutto il suo spessore, permetterà di modificarla sensibilmente (1).

---

(1) In conseguenza di questa ipotesi potrà parere che si venga a complicare molto sulle carte geologiche la colorazione del grande banco nummulitico di base dell'Eocene, il quale anzichè con una tinta unica come si era fatto sinora dovrebbe avere più colori e diversi pel Luteziano, per l'Auversiano e per il Priaboniano.

Ma le difficoltà potranno essere praticamente superate, mantenendo una tinta fondamentale unica, il che risponde al fatto dell'unità e della continuità litologica del banco, e sovrapponendovi segni o lettere indicanti gli orizzonti corrispondenti alle Nummuliti caratteristiche trovate nei diversi punti.

Lasciando ai paleontologi di discuterla dal loro punto di vista, mi sia permesso di esaminarla da quello della stratigrafia, al che mi dà forse diritto l'aver io rilevato in tutta la sua estensione, dalla costa presso Ventimiglia fino all'Enchastraye, sul confine dell'Ubaye, il Nummulitico delle Alpi Marittime. Io sono un po' parte in causa in questa questione, avendo io appunto nella cartina del ventimigliese nel lavoro citato del 1894, e nella carta geologica delle Alpi occidentali al 400.000 del 1908, rappresentato il banco nummulitico come un orizzonte, ma ciò non mi impedirà di discutere la ipotesi Boussac colla massima oggettività, tanto più che sono in ottima compagnia, essendo tutti caduti nello stesso errore, se errore vi fu; e se si potrà rispondere vittoriosamente alle obbiezioni che mi vengono spontanee dalla conoscenza dei luoghi dove appunto essa si dovrebbe verificare, modificherò volentieri il mio modo di vedere.

Perchè il banco in parola possa rappresentare depositi nummulitici che vanno dal Luteziano inferiore al Priaboniano esso deve avere *stratificazione obliqua*, non parallela ai proprii limiti, contro a ciò che è sottinteso nella stessa definizione di banco. Il Boussac ha espressa la sua ipotesi con una figura schematica, la quale può illudere in grazia della piccola scala, ma se noi ci facciamo ad ingrandirne una parte, per farcene una rappresentazione grafica, idonea a soddisfare un po' il nostro intelletto, urtiamo contro difficoltà che sembrano insormontabili, di cui esamineremo alcune, fra quelle che più sono contraddette dalla osservazione del terreno.

Rappresento nella fig. 1 una porzione dello schema anzi citato di Boussac (fig. 42, pag. 74), quella relativa alla trasgressione priaboniana, esagerando la pendenza del banco nummulitico.

Poniamo il banco di calcare nummulitico priaboniano A B C D, sovrapposto in apparente concordanza sul Cretaceo; noi dobbiamo considerarlo come equivalente laterale di tutta la massa, potente qualche centinaio di metri, di depositi eterogenei B D N H, che è quasi sempre costituita, nella valli Roja, Nervia e Argentina, da scisti marnoso-arenacei, arenacei, scisti calcari, calcari alberesi, lenti di breccie e di calcari nummulitici, ecc., complesso che possiamo comprendere sotto il nome barbaro, ma molto comodo, di flysch.

Da questa equivalenza laterale necessaria di una parte del banco di base trasgressivo, con un dato spessore di flysch, scaturiscono necessariamente altri fatti che noi dovremmo verificare sul terreno, senza di che l'ipotesi suddetta non potrebbe essere accolta:

1° Anzitutto il limite B D, fra il banco calcare o calcareo-arenaceo e l'equivalente deposito di flysch, non può essere rettilineo, ma sarà dato da una serie di addentellati lenticolari, i quali per quanto siano minuti ed uniformi non potranno mai, sul terreno, dare l'apparenza di un limite con stratificazione parallela, quale è apparsa finora a tutti gli osservatori ed allo stesso Boussac,

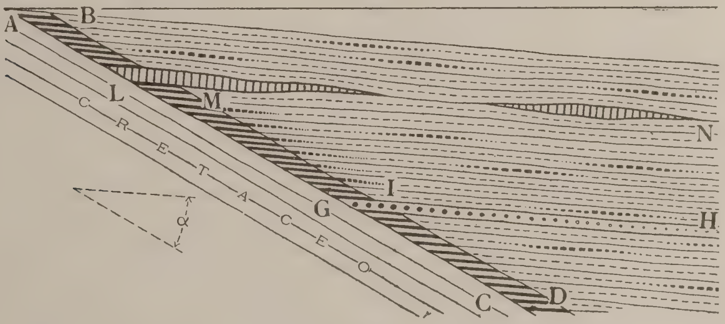


Fig. 1. — Schema dimostrativo dei rapporti fra il banco nummulitico priaboniano trasgressivo e il flysch depositatosi contemporaneamente alle varie parti di esso, nell'ipotesi di J. Boussac *(Zone du Priabonien trasgressif)*.

il quale così pure la indica nei suoi profili delle figure 35, 36, 39, 48, ecc., in cui quel banco sarebbe priaboniano.

Noi possiamo avere dei banchi di organismi costruttori ossia di Corallarî, di Rudiste, ecc., che si proseguono *attraverso* a degli strati terrigeni successivamente contemporanei, ma questo non si può verificare per i banchi di Nummuliti, organismi mobili, i cui depositi devono perciò seguire le leggi ordinarie, della sovrapposizione più o meno parallela degli strati successivi, degli elementi terrigeni.

2° Prendiamo ora in esame uno di quei grossi banchi di arenaria ad elementi silicati, che sono appunto frequenti nel Priaboniano della regione del Colle di Tenda e dell'alta valle Argentina. Supponiamo che il deposito di esso coincida col livello di deposito G H, al momento in cui la spiaggia è in G. Gli elementi cristallini che lo costituiscono hanno dovuto provenire dal massiccio cristallino emerso, e, per trasporto fluviatile, attraversare le testate degli strati secondari, quindi scorrere sulla faccia degli strati cretacei A G, per essere in seguito distribuiti, dal movimento ondoso, su tutta la estensione che avrà il banco. Così non solo il banco arenaceo dovrà ricoprire il precedente tratto di deposito nummulitico lungo la linea G I, ma esso, in questo tratto e in quello adiacente, avrà elementi più grossolani e potrà pure essere costituito da veri ciottoli, perciò passare a vera puddinga. Cessate le condizioni speciali di correnti, che hanno originato il banco di arenarie, e ritornando i depositi come prima, il banco di arenaria nella sua estremità G I, dove è più grossolano e anche puddingoide, sarà incluso nel banco di calcare nummulitico di base. Si verrebbe così ad avere un grosso banco eterogeneo, di forma litologica molto distinta, che attraverserebbe, quanto vuolsi obliquamente, ma nettamente, il banco nummulitico, per inoltrarsi fra i depositi laterali ad elementi fini.

Identico ragionamento si può ripetere per una lente di breccia o di brecciola poligenica calcare, con Nummuliti, quali si osservano soventi in quello stesso Priaboniano della Valle Argentina. Ivi pure gli elementi più o meno grossolani di roccie cristalline e di calcari secondari, dopo un percorso terrestre più o meno lungo, scorrendo sulle faccie non erose del Cretaceo, raggiungeranno la spiaggia in L, ed il banco o la lente così costituiti saranno ivi pure inclusi nel banco di calcare nummulitico priaboniano, che ne sarà perciò attraversato obliquamente, per staccarsene con un angolo più o meno forte.

Ora io non ho visto mai nessun banco eterogeneo staccarsi come devrebbe accadere negli esempi suddetti, dal grande banco di base, dopo averlo attraversato, per andare ad inserirsi nei depositi soprastanti; nè credo che nessun altro osservatore abbia notato un simile fatto, chè certo ne sarebbe stato colpito e ne avrebbe dato notizia. Si può obbiettare che l'angolo α della figura, esagerato per chiarezza di dimostrazione, è sempre molto piccolo, ma anche in questo caso un banco eterogeneo come l'arenaria, o una breccia, roccie che d'ordinario stanno in forte risalto sulle altre che l'includono, ad una distanza di qualche centinaio di metri, se ne staccherebbe di tanto che la divergenza non potrebbe sfuggire a nessuno. Per $\alpha = 5°$ ad esempio a 100 m. dal punto della loro biforcazione i due banchi disterebbero già di m. 8.70.

Se poi si riflette alla natura della regione nuda e montuosa, dove il banco nummulitico può essere d'un colpo d'occhio osservato sopra centinaia di metri e su chilometri della sua estensione, la mancata osservazione delle divergenze, che dobbiamo supporre necessarie fra il banco di base e i banchi di arenarie o breccie, i quali debbono originariamente partire dalla spiaggia donde traggono i loro elementi, deve lasciarci molto perplessi sulla attendibilità dell'ipotesi, così come è stata formulata da J. Boussac. Sarà utile quindi che essa venga presa in attento esame da quelli che studieranno o rivedranno regioni nummulitiche, per raccogliere osservazioni in proposito.

Intanto è utile notare fin d'ora che io sarò condotto, per altra via, a non accogliere la trasgressione nella misura supposta dal sig. Boussac, in forza della quale il Priaboniano verrebbe ridotto ad una potenza minima. Nel seguito di questo lavoro io cercherò infatti di dimostrare che le masse di arenarie dell'Alta Valle Stura non possono essere oligoceniche, e debbono ritenersi ancora priaboniane, per cui la trasgressione del banco nummulitico basale si limiterà, tutto al più, agli strati inferiori del Priaboniano (v. lo schema della fig. 4, tav. IV).

Io ho mosso le precedenti obbiezioni all'ipotesi Boussac, onde concorrere alla sua discussione, che forse altri intraprenderà dal lato paleontologico, che è il più importante. Però la discussione che seguirà sull'età dei *grès d'Annot*, non sarà disturbata nelle sue deduzioni dall'ammettere che gli strati della valle Stura a Nummuliti dei gruppi *N. striatus* e *N. incrassatus*, siano veramente priaboniani, sebbene la lunga durata di queste specie di Nummuliti e la mancanza della *N. Fabianii* Prever, possano lasciare in proposito qualche dubbio. La trasgressività del banco nummulitico, e quindi la sua più giovane età, nella serie autoctona fra il Colle di Tenda ed il Colle della Maddalena, potrà avere per effetto la riduzione di potenza del membro intermedio dell'Eocene della regione, ossia del Priaboniano, ma non potrà influire sull'ordine di sovrapposizione dei diversi membri, di cui il più alto sarà sempre costituito dalla zona ad *Helminthoida labyrinthica* Herr.

Due principali orizzonti di arenarie eoceniche.

La discussione che ora intraprendo ha per iscopo di dimostrare:

1° Che una formazione arenacea molto potente ed estesa (*arenarie superiori*) costituisce una *facies* laterale della «zona ad *Helminthoida labyrinthica*» nel versante marino delle Alpi marittime italiane.

2° La prosecuzione, con caratteri distinti, della stessa zona ad *H. labyrintica* in regioni adiacenti a quelle da me particolarmente studiate, e quindi la corrispondenza cronologica delle diverse parti di essa.

3° La posizione subordinata, rispetto alla zona precedente, di una formazione unitaria, a luoghi essenzialmente di flysch, passante ripetutamente e per gradi, a formazioni miste di arenarie e flysch o di arenarie prevalenti o essenzialmente arenacee (*arenarie inferiori*).

Io desidero anzitutto dichiarare che, per sostenere queste mie tesi, non ho d'uopo di combattere o di menomare l'importanza di alcuno dei fatti *sicuramente acquisiti*, e che non solo io terrò scrupoloso conto delle determinazioni paleontologiche fatte dai geologi e paleontologi valentissimi, che studiarono le regioni adiacenti ed in parte anche visitarono il mio campo di studio, ma che mi varrò delle loro stesse determinazioni per stabilire, fino a quanto sarà possibile, i limiti cronologici delle varie zone stratigrafiche della serie, quale mi è risultata evidente e chiara nel mio vasto campo di rilevamento.

Debbo esprimere inoltre la mia convinzione, che la causa principale del mancato accordo fra me ed i colleghi francesi sopra alcune assegnazioni cronologiche, stia essenzialmente nella molto minor chiarezza di rapporti esistente fra i diversi termini dell'Eocene nella regione dell'Ubaye, a causa delle fratture e delle complicate ed estesissime falde di ricoprimento, e nella mancanza del termine superiore e nei caratteri speciali dei due termini medio e inferiore in molti punti della regione a sud del Mercantour. A mio avviso, qualunque geologo che avesse, come già il Pareto, studiato successivamente le regioni attorno al Mercantour, il bacino di San Remo e l'Appennino ligure, sarebbe stato condotto, per necessità logica, a stabilire la serie eocenica fondamentalmente quale egli la intese; e i colleghi valentissimi che hanno studiato così diligentemente e sono riusciti a districare tanti complessi problemi di stratigrafia e di tettonica nella regione dei ricoprimenti dell'Ubaye, che è stata da loro rilevata con tanti particolari, quali risultano dalle loro ottime carte geologiche, non avrebbero mancato di rilevarli, se i fatti fossero chiari come io ho potuto osservarli nel bacino di San Remo. Nell'Ubaye, di fatti, gli scisti variegati sembra siano rappresentati dai soli scisti rossi papiracei e che non costituiscano una zona continua; e la zona ad *Helminthoida* non mostra più il caratteristico sviluppo di calcari alberesi, salvo forse in qualche punto, ma si presenta sotto la forma di flysch, il quale è perciò molto meno facilmente delimitabile dagli altri flysch, così sviluppati e potenti. Per tal modo sarà forse venuta a mancare pure la possibilità di riconoscere se delle masse di arenarie più o meno importanti potessero considerarsi come una *facies* laterale del flysch ad *Helminthoida*, anzichè una formazione più giovane ad esso sovrapposta, come ad esempio nel gruppo di Orcière e in quello del Parpaillon, rispettivamente fra le valli del Drac e della Duranza e fra questa e la valle dell'Ubaye.

Nelle regioni a ponente e a mezzodì del Mercantour, il fatto che le arenarie di Annot costituiscono il termine più alto della serie risparmiata dall'erosione, e rappresentano un cambiamento di regime molto profondo rispetto alle marne sottostanti, spiegano abbastanza come quella formazione abbia potuto essere attribuita all'Oligocene inferiore. Però in queste regioni non si è tenuto sufficiente conto, io credo, della importanza che ha dovuto avere la erosione, la quale deve avere asportato una potente pila di strati, che dovevano sovrapporsi ai *grès d'Annot* al momento del sollevamento generale; per modo che se questi fossero lattorfiani, la erosione avrebbe dovuto asportare buona parte del Rupeliano. Per cui allora il sollevamento, anzichè anteriore avrebbe dovuto essere ritenuto posteriore al Rupeliano stesso, venendo così a mancare la supposta coordinazione coi depositi eocenici della zona oligocenica esterna Castellane-Barrème-Tortonne.

Esaminata previamente la ipotesi della trasgressività, causa dell'età plurima, o, se vogliamo dire, del *policronismo* del grande banco nummulitico di base, passiamo a discutere le osservazioni di J. Boussac, riguardanti la età di alcune formazioni arenacee molto potenti, che si sviluppano sopra estesissime regioni: o quasi direttamente al disopra del banco nummulitico basale come nell'Alta Valle Stura (Priaboniano secondo J. Boussac), ovvero al disopra di una formazione di *flysch* con lenti di roccie a piccole Nummuliti pure priaboniane, nelle valli del Riofreddo, dell'Argentina e nei pressi di Albenga. Per la migliore condotta della discussione incominceremo da queste ultime località.

Arenarie della « zona ad Helminthoida » o arenarie superiori.

Il signor Boussac, tutto assorbito dallo scopo suo principale, lo studio delle formazioni con Nummuliti, deve aver certo rivolto minore attenzione ai terreni soprastanti che ne sono privi, se a lui, osservatore esperto e sagace, è sfuggito un fatto di una certa importanza, conosciuto il quale egli non si sarebbe certo pensato di attribuire ai « *grès d'Annot* », cioè all'Oligocene inferiore, le arenarie da lui osservate nelle tre ultime località citate sopra; nè io avrei ora il non gradevole compito di contraddirgli tale attribuzione. Ed il fatto è questo: che, tanto le arenarie da lui notate nell'alto Riofreddo sopra al terzo banco nummulitico con Litotanni, quanto quelle che, in bellissime e ripetute anticlinali coricate, sono tagliate dalla Valle Argentina, dalle falde di M. Grande, a Montalto, a Badalucco ed a Taggia, non meno che quelle del M. Bignone presso Albenga, *sono una parte integrante e caratteristica, per la parte occidentale di essa, più prossima al massiccio cristallino dell'Argentera* (Mercantour), *e per una parte nord-orientale più prossima al Permiano di Val Tanaro, della nota formazione ad Helminthoida labyrinthica.* Questa affermazione io ho già esposta precedentemente in una breve nota (1); ora io desidero di darne meglio che le prove, le quali non occorrerebbero, trattandosi di un fatto di osservazione semplicissimo, la spiegazione.

Nella parte bibliografica si è visto come nella distinzione di questa zona, quale membro superiore dell'Eocene, sia del bacino di San Remo che dell'Appennino Settentrionale, fossero d'accordo L. Pareto ed A. Sismonda, e come geologi che studiarono molto dopo le stesse regioni (Zaccagna e il sottoscritto) mantenessero distinto questo membro superiore, e ne precisassero i contorni e la tettonica con profili e con carte. L'importanza, che si può ormai dire notoria, di questa zona nella costituzione dell'Eocene del bacino di San Remo, risulta chiaramente dalla carta delle Alpi occidentali al 400.000, più volte citata, dove i limiti per essa segnati sono la riduzione di quelli dei miei rilievi al 50.000, carta riprodotta, per la parte a sud del Colle di Tenda, nella annessa tav. I; e per l'Appennino Settentrionale, la si può dedurre dalla carta al 100.000 di quella regione pubblicata nel 1901 dal prof. Sacco (l. c.), nella qnale quella zona corrisponde con molta approssimazione alla tinta gialla del supposto Parisiano. Ed è veramente poco comprensibile che la visione di quella carta al 400.000 non abbia avvertito il sig. Boussac che quelle arenarie, sebbene litologicamente molto simili ad altre a lui note, facevano parte di una formazione di indiscussa età eocenica, e sviluppatissima e distinta anche al di là del confine italiano, col nome di *flisch à Helminthoïdes*, nei fogli di Larche e di Gap della carta geologica di Francia (2).

Il non avere raggiunte forse le arenarie, che, in zona sinclinale attraversano l'alto Riofreddo, l'aver percorso rapidamente la Valle Argentina, e la singolare rarità delle impronte di *Helminthoida* fra le arenarie del Monte Bignone, impronte che sono invece abbondantissime fra le arenarie e gli alberesi delle due prime regioni, possono spiegare questa lacuna nelle osservazioni del valente collega francese.

---

(1) Vedi nota a pag. 2.

(2) Io debbo supporre che al Signor Boussac siano sfuggite le impronte di *Helminthoida* e le Condriti, perchè altrimenti, per quanto poco valore credesse dover ad esse attribuire, egli, che pure si è occupato sovente dei minuti caratteri litologici delle varie roccie, ne avrebbe indicata la presenza.

Prima di intraprendere la descrizione dello sviluppo, della costituzione e della tettonica di quella che io ho chiamata *zona ad Helminthoida labyrinthica* credo utile prevenire una obbiezione che mi si può fare, che cioè non si possa parlare di *zona* stratigrafica, basandosi solo su di una traccia o impronta organica di nessun valore cronologico, e che forse è più legata alla *facies* del deposito che ad un dato orizzonte.

Ora per le ragioni di cui parlo, per conoscenza personale, io posso osservare: 1° La *Helminthoida labyrinthica* si trova esclusivamente in una zona stratigrafica molto ben distinta e delimitabile al di sopra degli scisti variegati che coronano costantemente il flysch priaboniano; 2° La stessa impronta si trova indifferentemente nelle *facies* essenzialmente arenacee, anche se grossolane, nelle *facies* calcaree o calcareo-marnose (alberesi) e nella *facies* flysch; 3° In una parte superiore cessa inoltre la *Helminthoida labyrinthica* tipica e figurano altre *Helminthoida*; 4° Si può ancora aggiungere il carattere negativo della mancanza nella zona di qualsiasi lente di roccie a Nummuliti, sebbene piccole Nummuliti e Ortofragmine siano state trovate anche nelle arenarie, tipiche di questa zona, delle cave di Vallecrosia.

Io credo che tutti questi fatti possono giustificare la espressione di *zona ad Hel. labyrinthica*, la quale, basandosi sopra una impronta organica molto caratteristica, ha fondamento molto più sicuro che tutte le zone basate sulla *facies* litologica, come quella del macigno, degli alberesi, dei galestri, dei *grès* di Annot, di Taveyannaz, ecc. (1).

---

(1) Molti paleontologi credono ora collo Squinabol che le impronte di *Helminthoida labyrinthica* siano dovute all'organo boccale di certi molluschi. Resta però con questa ipotesi inesplicabile il fatto che, anche là dove tali impronte ricoprono letteralmente ogni sottile foglietto, in cui si può dividere uno strato ardesiaco di diversi centimetri di spessore, nessuna traccia sia stata trovata mai del guscio dei molluschi stessi: e sarebbe da domandarsi come mai gli organi ambulacrari non abbiano cancellata o almeno modificata l'impronta boccale.

Io ho rilevato l'impronta d'una *H. labyrinthica* che presentava alla estre-

Avendo io parlato estesamente di questa formazione nella parte bibliografica, non credo dover ora aggiungere che poche osservazioni ed alcuni profili e schizzi, presi sui luoghi durante il rilevamento, eseguito parecchi lustri or sono, per spiegare la costituzione litologica di essa e della formazione sottostante, il comportamento tettonico reciproco e gli elementi su cui mi sono basato per la loro delimitazione.

La formazione ad *Helminthoida*, nel versante marino delle Alpi Liguri, si sovrappone in concordanza ad una formazione scistoso-arenacea (flysch) di potenza molto varia, da un centinaio a parecchie centinaia e forse ad un migliaio di metri, e difficilmente valutabile a causa dei numerosi ripiegamenti. Quest'ultima formazione è costituita da banchi alternanti di marne, arenarie, scisti arenacei e calcareo-arenacei, calcarei, breccie, ecc., e poggia sul grande banco nummulitico luteziano o luteziano-auversiano. Nella parte bassa di questa formazione sono frequenti zone marnose, di cui la inferiore, presentante frequenti lenti di calcari zeppi di Assiline, Ortofragmine, è, a luoghi, ricca in grosse bivalvi, gasteropodi, corallari, grandi ostriche (*Ostrea gigantica*), ecc. (1).

Questa assise marnosa o marnoso-arenacea più bassa, costituisce come un termine di transizione fra il Luteziano superiore ed il soprastante flysch nelle regioni autoctone a sud del Colle di Tenda, e forma il termine più basso del Nummulitico trasgressivo in una

---

mità, divergente dai serrati meandri, una espansione tondeggiante, che si può credere corrispondesse alla testa di un organismo vermiforme, a cui fosse dovuta l'impronta; ed ho raccolto, a nord-ovest di Lavegno, presso Pieve di Teco, un esemplare nel quale la solita impronta a solco, anzichè meandriforme, è disposta a spirale ellittica, avente nella parte conservata cm. 50 × 25, con uno sviluppo probabile di qualche diecina di metri. — (SQUINABOL. *Contribuzione alla flora fossile dei terreni terziari della Liguria*. I. Alghe, Genova 1891. — TH. FUCHS. *Studien über Fucoiden und Hieroglyphen*. Denk. di Math. Nat. Cl. d. k. Ak. di Wiss. Wien, LXII^{B}, 1895).

(1) Negli strati arenacei non sono rari dei *Dentalium*, segmentati e stirati dalla compressione.

zona al di là del confine, dove è in alcuni punti riccamente fossilifera, come alla Palarea. Alla Mortola è meno fossilifera, e sfuma quasi con quel Luteziano superiore calcareo-marnoso Essa è rappresentata nella conca di Piena da forme marnoso-sabbiose, come riconobbero Potier e Boussac, ed ha un particolare sviluppo sul Luteziano di Triora, di Realdo, delle falde della Cima di Marta, di M. Ceriana e del M. Gerbonte, nel contrafforte che separa le valli Roja e Argentina. In queste località la parte bassa della zona calcareo-marnosa è caratterizzata da numerose lenti di pietra forte (calcare molto arenaceo) zeppa di grandi Ortofragmine (*O. Pratti* secondo Checchia-Rispoli) e da lenti con *N. Perforatus*; in tutto il resto sono numerosi esemplari, quasi sempre mal conservati, di lamellibranchi, gasteropodi, polipai, ecc. La fauna della Palarea è auversiana secondo Boussac, il quale ritiene pure tali le marne poco fossilifere della Mortola e della Conca di Piena (Cima del Bosc); ed è assai probabile che lo studio della fauna sopra indicata verrà

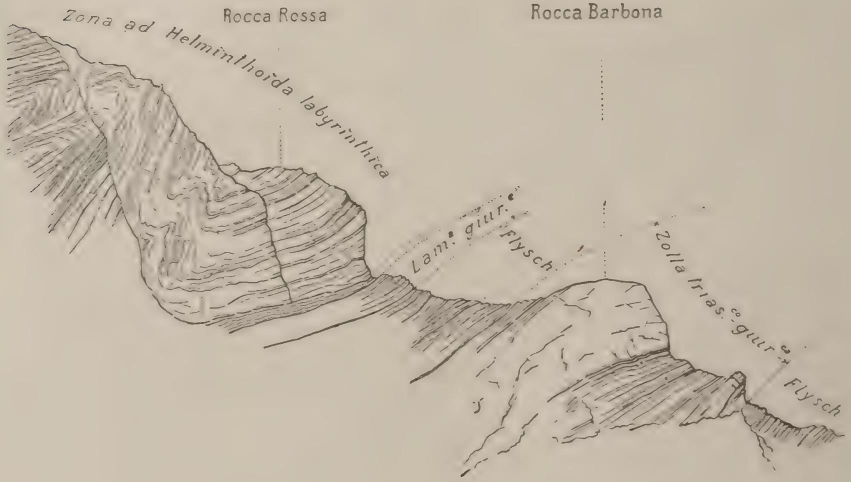


Fig. 2. — Profilo naturale fra il M. Fronté, la Rocca Rossa e la Rocca Barbona. — *Lamina* di giurese calcareo-marnoso e spuntone (Klippe) di terreni secondari nella parte superiore del flysch priaboniano (v. la leggenda del profilo fig. 6, tav. III), che sopporta, coll'intermediario degli scisti variegati, la zona ad *H. labyrinthica*.

pure a stabilire l'età auversiana della zona marnosa Realdo-Cima di Marta (v. prof. fig. 6, tav. III).

In tutto lo spessore di quella formazione multiforme, o flysch, sono lenti di calcari, calcari arenacei, arenarie e brecciole poligeniche con piccole Nummuliti e particolarmente ricche in Ortofragmine, le quali talvolta prevalgono, con esclusione quasi completa delle prime, come nell'alto circo di Triora; e nella parte superiore si trova costantemente una zona più o meno potente di scisti variegati (bigi, verdicci, bruni, rossi, ocracei, a foglietti sottili a luoghi manganesiferi, con straterelli diasprigni, ecc. In questi scisti si trovano le più alte lenti di roccie con piccole Nummuliti suddette. Questa zona scistosa, molto caratteristica, costante e visibile anche a distanza, che non manca nell'Ubaye e nell'alta Valle Stura, e che è particolarmente sviluppata nel bacino di Sanremo e nell'Appennino ligure, costituisce un vero orizzonte, che ha servito mirabilmente alla delimitazione della zona ad *Helminthoida*; la quale, a sua volta, per la spiccata morfologia se ne stacca fortemente, a causa dei banchi di calcare alberese e di arenarie da cui è costituita, formanti colla fratturazione prismatica pareti scoscese, scalinate, torrioni, guglie e mura ciclopiche, creste dentellate ecc., quali si vedono ad esempio nelle pareti terminali del magnifico circo dell'Alta Valle Argentina, sopra Triora (v. la fig. 2 e il prof. 6, tav. III).

Chi sale da Limone alla Panice è colpito dalla particolare asperità e ripidità delle pareti di una cima, che trovasi a levante del Colle di Tenda, costituita di grossi banchi uniformi di arenarie, vivamente ripiegati, in mezzo ad una regione ondulata, costituita da roccie scistose minute; è la Cima di Gherra, che costituisce la punta settentrionale del grande affioramento della zona che ci occupa (vedi la tav. I).

La zona, che ha struttura sinclinale complessa, presenta una larghezza di oltre un chilometro e mezzo nel senso trasversale, in corrispondenza di quella cima, si restringe a poco più di 300 al Gias della Perla, dove l'erosione ha raggiunto quasi il fondo della sinclinale, per riallargarsi alla Cima del Becco, per cui passa presumibilmente un profilo di Boussac (1), e si restringe di nuovo nel fondo di valle del Rio Freddo, dove la sinclinale coricata, compresa fra gli scisti variegati, si immerge sotto monte con una larghezza inferiore a 300 metri. Più oltre verso sud-est tutto l'alto contrafforte delle Cime del Vescovo e di Velega, dei M. Bertrand, Missoun e Saccarello, separante la Val Roja dal Tanarello (aff. del Tanaro) e quello

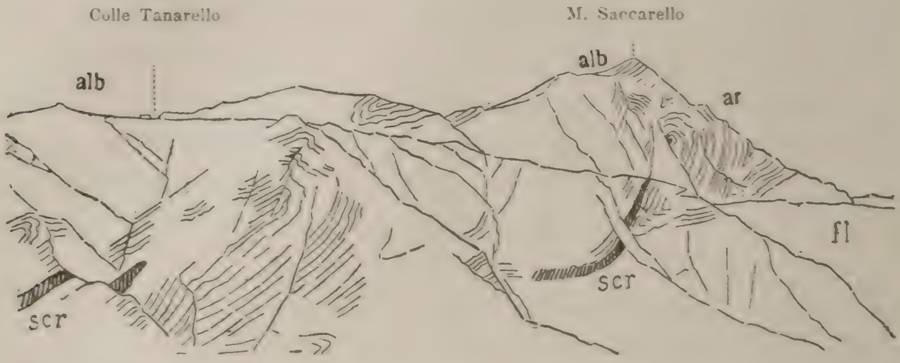


Fig. 3. — Ripetute pieghe coricate nelle arenarie *(ar)* e nei calcari alberesi soprastanti *(alb)*, della zona ad *H. labyrinthica*, includenti ristrette cerniere laminate di scisti variegati *(scr)*, che sopportano direttamente quella zona, e coi quali termina il flysch *(fl)* priaboniano, includente, nella sua parte superiore, le masse esotiche di terreni secondari.

---

(1) L'interessantissimo profilo della fig. 41, a pag. 70 del suo grande lavoro. In esso le arenarie n. 7 sono quelle della parte inferiore della zona ad *Helminthoida labyrinthica*, in sinclinale fra gli scisti variegati ed il flysch priaboniano auversiano, potente oltre a 300 m. Questo flysch poggia sul calcare a Litotamni n. 5, che rappresenta l'estremo affioramento nord-ovest di un terzo banco luteziano, formante un'alta e caratteristica balza, estesa 7 od 8 km. verso sud-est, fin oltre la Regione Ciambuei, dove osservansi calcari a *N. millecaput*, sormontato da breccie nummulitiche. Si ha così lungo il fondo del Rio freddo, oltre al banco luteziano autoctono (n. 1) e al grosso banco luteziano in ricoprimento (n. 3), prosecuzione di quello del Colle di Tenda e della Cima Pepino, dove la lamina comprende Giurese e Trias, un terzo banco, rappresentante un terzo ritorno, per piega rotta, del Luteziano.

Una analoga struttura, ricordante, come questa, la struttura imbricata della Valle del Gesso (annessa tav. IV, fig. 2), si riproduce in alcuni punti della Valle Argentina, dove perciò bisogna diffidare della posizione delle lenti nummulitiche nel giudicarne l'età relativa, rispetto al banco basale.

delle cime Frontè, Monega e Carmo di Brocca, separanti l'alta Argentina dal Tanarello e dall'Arroscia, sono modellate in questa zona, che si mostra intensamente ripiegata, con strette cerniere anticlinali ben visibili, di scisti variegati, laminate fra i grossi banchi di arenarie, colle quali si inizia in questo tratto la zona ad *Helminthoida labyrinthica* (v. le fig. 2 e 3).

Alcune di queste cerniere anticlinali hanno direttrici pressochè orizzontali, altre le hanno fortemente inclinate, come quella che porta ad affiorare gli scisti rossi alla Colla Rossa, che ne prende il nome, fra M. Bertrand e Cima Missoun. La più bella di queste anticlinali di scisti variegiati, è quella fortemente coricata, che termina nel versante occidentale del Carmo di Brocca, nella quale l'erosione completa delle arenarie del gambo superiore porta allo scoperto quegli scisti al Colle della Mezzaluna, appunto in essi modellato.

E' solo in corrispondenza di questo colle che si interrompe la grande parete di arenarie che comincia alla Cima di Gherra, e probabilmente, è attraverso ad esso che si prosegue, verso sud-est, la grande frattura del Colle di Tenda; fatto questo non accertato, perchè quella regione era stata da me rilevata prima di compiere lo studio del Colle di Tenda, e io non ebbi più occasione di visitarla.

Seguono altre bellissime anticlinali ristrette di scisti variegati laminate fra le arenarie alle falde del M. Grande e dell'Alpe di Bando, quest'ultima estesa cinque chilometri e che termina alle falde di M. Moro, oltre il vallone Campasso. Nelle anticlinali seguenti, al di sopra degli scisti, esiste una zona di alberesi poco potente, che li separa dalle arenarie, colle quali è perfettamente concordante e presenta vere transizioni, rappresentate da intercalazioni di arenarie e di alberesi (v. le figure 1, 2 e 3 della tav. III e il profilo della II).

A dimostrare viemeglio che la zona di scisti variegati costituisce come un termine di passaggio fra il flysch e la zona ad *Helminthoida* sta il fatto che, non di rado, queste impronte si riscontrano sulle faccie di banchi calcareo-arenacei intercalati in quegli scisti.

Le arenarie formano una zona compatta e potente da 100 a 200 metri, e sono ricoperte a loro volta da una seconda potente formazione di calcari alberesi in banchi più grossi. Sopra questa ultima, nelle conche sinclinali dove è stata meno forte l'erosione, esiste una potente formazione scistoso-arenacea, con alberesi in sottili strati, o flysch, costituente il termine più alto dell'Eocene del bacino di San Remo. Questa zona affiora presso Bordighera, e in un tratto presso la costa a tergo di Ospedaletti e di San Remo, e attraverso alle parti inferiori delle valli dell'Arma e della fiumara di Taggia, per finire alla costa a S. Stefano al mare; in un' *area d'immersione* (*ennoyage*) compresa fra le pieghe di Bordighera, dirette sud-sud-ovest e le più basse della Valle Argentina, dirette verso sud-est; dove, per l'immergersi delle pieghe della sottostante formazione di arenarie ed alberesi, quella in parola ha potuto essere risparmiata dalla erosione. Questo flysch, che si sviluppa ancora nel bacino secondario di Ceriana e di Dolcedo fino a nord-ovest di questo abitato, è, come già dissi, caratterizzato da più rare *Helminthoida*, esclusa la *H. labyrinthica*, le quali sono del tipo di quella distinta da Squinabol col nome di *H. irregularis*, e dalle forme di Condriti le più minute.

Verso occidente, passato il Capo Mele, costituito da grossi banchi di calcari marnosi ad *H. labyrinthica*, si rientra nel flysch priaboniano, che affiora largamente nelle valli che sboccano ad Albenga, dove esso è vivamente ripiegato, e comprende numerose sinclinali dell'orizzonte superiore (v. la cartina della tavola I).

Questa zona superiore di flysch ad *Helminthoida*, delimitabile senza troppa difficoltà sul terreno, e che è stata distinta nella carta della tavola II, potrebbe forse rappresentare una *facies* laterale, sviluppata nella parte meridionale del bacino, della zona principale calcareo-arenacea ad *Helminthoida labyrinthica*; però io sarei piuttosto inclinato a considerarla come una formazione superiore, dovuta alle condizioni del deposito che si andavano mutando, anteriormente al grande diastrofismo che doveva porre termine ai depositi eocenici.

Il passaggio fra gli alberesi inferiori e le arenarie e fra queste e gli alberesi superiori è a volte rapido, e a luoghi presenta vere sfumature, per intercalazioni di banchi sempre più sottili di alberesi nelle arenarie o di queste negli alberesi, fino a quasi totale sparizione.

I banchi di arenarie sono costantemente separati da sottili strati o di alberesi fogliettati, ma più spesso di scisti ardesiaci-micacei o arenacei ad elementi fini, le cui faccie sono letteralmente coperte dalle note impronte di *Helminthoida labyrinthica* Herr, e di *Chondrites* (*Ch. Targionii*, *Ch. Affinis*, ecc.), al pari delle faccie dei banchi di alberese sotto e soprastanti, e, meno frequentemente, da *Münsteria*, *Harmosira*, ecc.

E' notevole l'attenuazione che subiscono i ripiegamenti nelle zone sottostanti a quella ad *Helminthoida*, quale è messa in evidenza dall'andamento relativamente tranquillo, a grandiose ondulazioni, che si osserva generalmente nel grande banco nummulitico basale, sì nella finestra (*boutonnière*) di Triora, che in tutta la regione fra le valli Argentina e Nervia e la Roja. Una struttura a strette pieghe, talora rotte, dirette nord-sud e coricate verso ponente, illustrate nel mio lavoro citato innanzi del 1894, la si osserva di nuovo fra la valle Roja ed il confine, sul contrafforte del Grammondo. La relativa plasticità degli scisti sottostanti alle arenarie ed alberesi e specialmente degli scisti variegati e la relativa libertà di movimenti della superiore zona ad *Helminthoida* hanno dovuto favorire la produzione in essi delle *superficie di scorrimento* delle masse rocciose in ricoprimento, e delle belle e numerose ripiegature che si ammirano in quella zona nell'estesissimo contrafforte Cima Gherra, M. Saccarello, Carmo di Brocca e lungo la valle Argentina fin presso Taggia, distante da quella prima cima non meno di 40 chilometri (v. le figure 2, 3, la carta e il profilo della tav. II e le fig. 1, 2, 3, 4, 5 e 6 della tav. III).

Così tanto le arenarie dell'alta valle del Rio Freddo, sottoposte agli alberesi della grande massa, ivi però non rappresentati a causa dell'erosione, quanto quelle della valle Argentina, che si incastrano a cuneo nella parte inferiore di essi, costituiscono, senza possibile dubbio, una parte integrante della zona ad *Helminthoida labyrinthica*.

Tali arenarie sono generalmente molto compatte e presentano, al pari degli scisti intercalati, chiari segni di metamorfismo incipiente (lamelle e patine sericitiche lucenti, comuni a molti scisti degli altri orizzonti dell' Eocene della regione, quarzo rigenerato, vene e druse di cristalli di quarzo, ecc.). Esse rappresentano una invasione, nel profondo del mare dove si depositarono gli alberesi, delle sabbie di elementi cristallini, fornite dal massiccio dell'Argentera (Mercantour), durante una serie di numerose oscillazioni, subìte dal sistema montuoso fin dall'inizio dal Luteziano; e, come era da aspettarsi, esse diminuiscono di potenza a misura che si procede verso sud-est, finchè esse scompaiono completamente, cedendo il posto agli alberesi dapprima (Capo Berta), poi ad una alternanza di alberesi e di grossi banchi di calcari marnosi, però sempre leggermente arenacei (Capo Mele) (1).

Analoghi passaggi sono molto comuni in tutte le formazioni, ma particolarmente frequenti nell' Eocene di tutti gli orizzonti, deposto entro a bacini frastagliati e con isole rocciose emerse; e nella zona ad *Helminthoida* stessa sono stati notati frequentemente anche nell'Appennino toscano, come, ad esempio, quelli descritti dall'ing. Lotti nei monti del Casentino (2).

Identiche osservazioni io debbo fare per le arenarie del Monte Bignone a N. di Alassio (Albenga), pure riferite da J. Boussac ai *grès d'Annot.* Il profilo dato, colla fig. 79 del suo grande lavoro, fra il mare M. Bignone e Arnasco, con andamenti eccezionalmente tranquilli per una regione dove egli segnala giustamente la presenza del *Wildflysch* (3), che egli illustra con fotografie (l. c., tav. V. fig. 1 e 2), non dà certo un' idea, nemmeno approssimata, della complessa tettonica del contrafforte di M. Bignone.

---

(1) Astrazione fatta di un certo tenore in elementi sabbiosi, che li rendono inutilizzabili a quello scopo, i calcari marnosi di Capo Mele avrebbero la costituzione richiesta per un buon cemento naturale. Anche dei grossi banchi marnosi; presso Martola, pei tenori in calcare ed argilla, avrebbero potuto fornire ottimi cementi Portland naturali, se qui pure il tenore in sabbia non superasse il limite concesso per tale utilizzazione.

(2) B. Lotti. *Studi sull' Eocene dell' Appennino toscano.* Boll. R. Com. geol., 1898, pag. 59.

(3) Flysch intensamente ripiegato e rotto e sottoposto ad enormi pressioni, per cui i frammenti dei banchi calcarei od arenacei più grossi sono sparsi confusamente, quali blocchi, nella massa scistosa pieghettata e trita.

Vediamo rapidamente il collegamento tettonico di questa colla regione precedentemente esaminata. A levante del contrafforte M. Saccarello – M. Monega, la zona ad *Helminthoida* manca in tutta l'alta valla dell'Arroscia, dove fu esportata dall'erosione, però essa affiora nei monti a nord di Pieve di Teco, M. Fascianello, M. Bellarasco ecc., presentando numerosi ripiegamenti coricati verso nord, tali che, coordinati con quelli della Valle Argentina, ci danno una irregolare struttura a ventaglio, indicata nel profilo, diretto N.S., della tav. II.

Queste pieghe hanno il loro proseguimento verso sud-est-est nel contrafforte fra i torrenti Arroscia e Lerrone, nel quale contrafforte, fra Borghetto ed Ortovero, si osservano non meno di cinque sinclinali coricate verso nord-nord-est della zona ad *Helminthoida*, di cui le principali sono indicate nella carta al 400.000. Mentre le più occidentali sono prevalentemente costituite da alberesi, le più orientali, sviluppate fra Ortovero e Garlenda, sono prevalentemente di arenarie. Sono appunto queste sinclinali che, mutando un po' direzione, che diventa sud-est, hanno il loro naturale proseguimento nel contrafforte del M. Bignone: in una più ristretta, essenzialmente calcarea, fra Garlenda, la Madonna della Guardia e Alassio, ed in un'altra più grande ed essenzialmente costituita da arenarie in grossi banchi, fra Villanova e la Costa d'Oreto sul Lerrone, ed il mare fra Capo Santa Croce e Coscia (Alassio); comprendente questa tutta la massa del M. Bignone fino a Casa Bianca. Il M. Pisciavino è costituito invece da alberesi, facenti parte di sinclinali secondarie interposte fra le due precedenti. Queste sinclinali sono comprese fra gli scisti variegati, con sviluppo tipico lungo la Valle Arroscia, scisti che, a levante di M. Bignone sono sostituiti da scisti neri, e costituiscono la parte alta di una formazione scistoso-arenacea (*flysch*) con lenti di calcari e brecciole con piccole Nummuliti ed Ortofragmine, equivalente a quella della conca di Triora, della Valle Nervia e della bassa Valle Roja, come mostra chiaramente la carta della tavola I.

Questa formazione si appoggia con marcata discordanza sul Lias alle falde del M. Nero, e più a levante a quelle del M. Pesalto, dove sono pure frequenti lenti di brecciole nummulitiche, con abbondanti Ortofragmine, a C. Mortè, a N. di Campochiesa.

Fra questa località, l'abitato di Peagna e la costa presso Ceriale, alla base del flysch, si sviluppa una importante ed interessante formazione brecciosa, della quale mi occuperò in un prossimo lavoro.

Bisogna ora notare che un profilo rettilineo fra M. Bignone ed Arnasco attraverserebbe la sinclinale di arenarie, la cui carena scende sotto il livello del mare, quasi in direzione, e si manterrebbe sempre nelle arenarie stesse, riuscendo completamente diverso da quello di J. Boussac, senza darci tuttavia nemmeno una lontana idea delle complicazioni che rivelerebbe un profilo diretto sud ovest-nord est, normale alle pieghe.

La formazione di potenti banchi di arenarie in questa zona e più a nord presso Cisano è indizio dell'emersione di grandi masse di roccie cristalline a non grandi distanze (il Permiano con enormi masse di Porfidi delle regioni del medio Tanaro), durante il loro deposito.

Le impronte di *Helminthoida* sono rare fra le arenarie del M. Bignone, ma sono frequenti nelle sinclinali vicine, dove predominano gli alberesi, di cui le arenarie rappresentano una *facies* laterale, analogamente a quello che si è visto nella Valle Argentina.

Niun dubbio può rimanere adunque, per il complesso delle osservazioni fatte, che queste arenarie del M. Bignone, che sono equivalenti a quelle del Rio Freddo e della Valle Argentina, siano qui pure parte integrante della parte inferiore della zona ad *Helminthoida labyrinthica.*

Il Boussac non accenna all'esistenza di masse di *arenarie di Annot* nell'Eocene dei dintorni di Zuccarello e del M. Armetta, perciò non mi occuperò, per ora, di queste località.

Limiti cronologici della « zona ad Helminthoida » e delle « arenarie superiori ».

Non credo necessario aggiungere altro a quanto ho detto nella rassegna bibliografica ed in precedenti lavori, per dimostrare la assoluta identità di costituzione e di rapporti della zona ad *Helminthoida* *labyrinthica* dell'Appennino Genovese colla formazione scistosa sottostante, la quale presenta pure alla sua sommità una zona di scisti variegati e lenti di roccie a piccole Nummuliti, come nel bacino di San Remo. Io non voglio dare alle impronte di *Helminthoida* ed alle *Chondrites*, maggior valore cronologico di quello che possano avere ; è certo però che noi possiamo considerarle, entro limiti ristretti di territorio, almeno quali ausiliari di qualche valore ai criteri, già molto chiari, che sono forniti dalle identità delle formazioni in parola e dei reciproci loro rapporti.

Noi possiamo quindi ritenere come pienamente dimostrata la corrispondenza stratigrafica e cronologica fra la zona ad *Helminthoida* del bacino di San Remo e quella dell'Appennino Genovese. Ivi essa è stata vivamente ripiegata, esondata e profondamente erosa ed abrasa, e solo dopo una nuova sommersione è stata ricoperta, in molti punti con forte trasgressione, corrispondente ad una importante lacuna, dalla nota formazione tongriana dell'Appennino ligure.

Questo fatto, la cui evidenza ha colpito tutti i geologi che dal Pareto in poi l'hanno osservato, ci permetterà di stabilire un *limite superiore* della età di quella formazione ; la quale sarà certamente più giovane degli strati più bassi del Tongriano stesso, nei conglomerati grossolani del quale sono inclusi, come è noto da molto tempo, blocchi delle roccie caratteristiche di quella zona (1).

E' qui il momento di ricordare ancora che sopra la zona ad *Helminthoida* si è deposta un'altra potente zona scistoso-arenacea, con alberesi in banchi sottili, che io distinsi provvisoriamente col nome di « *zona ad Helminthoida irregularis* Squinabol *ed a piccole*

---

(1) Nelle puddinghe tongriane a grandi elementi del promontorio di Portofino sono frequenti blocchi di roccie a glaucofane, le cui similari noi vediamo ora solamente nei dintorni di Pegli, all'Isola di Gorgona e in Corsica, mancando completamente nella Riviera Orientale. Bisogna adunque supporre che quei blocchi provenissero da una regione di terreni a facies cristallina, che esisteva in prossimità del promontorio, forse collegata con Pegli e colla Gorgona, e che si è sprofondata durante i movimenti epirogenici post-oligocenici.

Chondrites ». Questa zona superiore è stratigraficamente e tettonicamente così legata alla zona ad *Helminthoida labyrinthica* che noi possiamo dire che ne sia una parte, la più alta, corrispondente ad un sensibile innalzamento del fondo marino, nel quale si erano deposti i calcari alberesi e le marne calcari della zona suddetta. Tale innalzamento preludé certamente al corrugamento grandioso, avvenuto dopo il deposito di questa zona superiore, il quale doveva essere accompagnato o seguito dal sollevamento alpino-appenninico.

Noi abbiamo perciò in Liguria, a partire dal Luteziano, la successione di fenomeni indicati nella tabella seguente:

I. — Durante l' Eocene

1° Deposito del banco nummulitico basale (Luteziano inferiore-Auversiano) o in concordanza sul Senoniano o in discordanza sui terreni anteriori nel bacino di San Remo — senza corrispondenti noti nell'Appennino genovese.

2° Deposito dell'Auversiano, a luoghi a facies marnosa (con molluschi, corallari, ecc.) nel bacino di San Remo, orizzonte che non mi risulta abbia il corrispondente nell'Appennino genovese propriamente detto.

3° Deposito del flysch, con lenti di roccie a piccole Nummuliti, terminante colla zona di scisti variegati (Priaboniano-Bartoniano) nel bacino di San Remo — e della formazione scistosa argilloso-arenacea delle Valli Polcevera, Bisagno e Scrivia, a luoghi con fossili del Creatceo rimaneggiati ovvero con affioramenti di Cretaceo, includente nel basso le masse di roccie ofiolitiche e terminante in alto con una identica zona di scisti argillosi, variegati, papiracei, diasprigni, manganesiferi, cupriferi, ecc.

4° Deposito della potente zona od *Helminthoida labyrinthica* e della soprastante zona od *Helminthoida irregularis* Squinabol, a facies di flysch, nel bacino di San Remo — e della prima zona, senza che sia finora noto il corrispondente della seconda nell'Appennino genovese (Ludiano?).

II. — Durante l' Oligocene

Lacuna

5° Intenso corrugamento e sollevamento delle precedenti formazioni, dalle Alpi Marittime all'Appennino.

6° Attiva erosione delle regioni sollevate e particolarmente dei termini 3° e 4° nell'Appennino Genovese, e contemporanei depositi, in parte probabilmente non ancora messi a scoperto dalla erosione (strati più bassi dell'Oligocene).

7° Sommersione ineguale e dissimmetrica delle regioni ripiegate ed erose (versante padano delle Alpi Liguri, Appennino Ligure).

8° Deposito trasgressivo del Tongriano, avente alla base dei banchi con faune nummulitiche, presentanti affinità eoceniche, e con *N. intermedius*.

Permangono naturalmente delle incertezze riguardo alla cronologia del n. 5 di detta tabella, il quale comprende due fenomeni, il corrugamento e il sollevamento, i quali hanno potuto essere quasi contemporanei od anche consecutivi, potendo essere uno eocenico e l'altro oligocenico, od entrambi oligocenici; ma la grande potenza della duplice formazione ad *Helminthoida*, armonicamente ripiegata, mi fa propendere a collocare la lacuna completamente nell'Oligocene. Il progresso degli studi su questo terreno in Liguria ci permetterà forse di precisare un giorno i limiti e la estensione di quella lacuna; intanto quello che non sembra dubbio è questo: che i terreni anteriori ad essa siano eocenici e quelli posteriori oligocenici. Il che corrisponde perfettamente al concetto: che la separazione delle due importanti divisioni del Nummulitico della regione alpino-appenninica debba corrispondere all'importante corrugamento e conseguente sollevamento, che si osserva in quel sistema montuoso e nelle regioni contigue.

La trasgressione oligocenica essendo una delle più importanti che la storia registri e fra quelle che hanno affetto il sistema alpino, è più che naturale che noi riferiamo ad essa il limite fra i terreni che presentano le più spiccate differenze, sia pel comportamento tettonico, che per la fauna e per la natura litologica. Quindi noi non potremmo mai indurci a collocarla alla base della zona ad *Helminthoida*, la quale poggia in concordanza sul flysch priaboniano, è con esso armonicamente ripiegata, ed è costituita, sebbene con sviluppi molto diversi per ciascun tipo, dalle stesse forme litologiche e, quello che importa, collo stesso grado di metamorfismo.

E tanto meno noi potremmo consentire ad abbassare quella lacuna fino a farla corrispondere col limite inferiore delle arenarie di Pourriac e di Servagno, di tanto più antiche, e che poggiano in concordanza perfetta sul Nummulitico basale. Il grande distacco corrispondente a quella importantissima trasgressione è dato certamente, nelle Alpi Marittime e nell'Appennino Genovese, dalla separazione fra i terreni vivamente ripiegati, poveri in fossili e alquanto metamorfici della zona ad *Helminthoida*, ed i terreni non ripiegati, riccamente fossiliferi e punto metamorfici del Tongriano, che li ricoprono con fortissima discordanza; due terreni questi corrispondenti a due mondi geologici diversissimi, quali li riconobbero già sessant'anni or sono il Pareto ed il Sismonda.

Sul limite cronologico inferiore della formazione tongriana ligure esiste un disaccordo fra i geologi italiani, che hanno studiato la regione ed alcuni geologi francesi. Il Rovereto in un suo primo studio (1) aveva affermato l'esistenza del Sannoisiano (Lattorfiano) e dello Stampiano (Rupeliano), ma Haug (2) afferma che le affinità della ricca fauna del termine inferiore sono piuttosto col Rupeliano; per cui egli crede dover parallelizzare le due suddivisioni suddette col Rupeliano e collo Chattiano. Però in un suo nuovo lavoro il Rovereto (3) ribatte gli argomenti di Haug e riafferma l'esistenza nel Neonummulitico ligure, del termine inferiore, Sannoisiano o Lattorfiano, di cui egli indica pure la distribuzione. E' qui il caso di ricordare che il Sacco (4) ha precedentemente accennato all'esistenza del Bartoniano, rappresentato da marne nummulitiche, in molti punti dell'Appennino alla base del Tongriano, e con esso concordante, mentre sarebbe discordante sulla formazione ad *Helminthoida*; e che il Prever (5) e la signorina Parisch (6) determinarono specie di nummuliti bartoniane, provenienti da località non dubbie del Neonummulitico, quali ad esempio Voltaggio, Carrosio, Dego, Carcare ecc.; località queste in cui quel terreno riposa sulla formazione delle pietre verdi (giurassico metamorfosato a *facies* cristallina), per modo che il significato di quei ritrovamenti di Nummuliti non può essere diminuito dal dubbio che esse siano state rimaneggiate.

---

(1) Loc. cit. *Illustrazione* ecc.; A. ISSEL: *Osservazioni sul Tongriano di Santa Giustina,* con carta geologica.

(2) E. HAUG. *Traité de geologie,* II, p. 1485.

(3) Loc. cit. *Nuovi studi,* ecc.

(4) F. SACCO. l. c. *L'Appennino settentrionale e appendici.*

(5) PREVER. *I terreni nummulitici di Gozzano e di Biarritz.* Atti Real. Acc. Sc. Torino, 1905-906.

(6) CLELIA PARISCH. *Di alcune nummuliti ed orbitoidi dell'Appennino ligure-piemontese.* Mem. Reale Acc. Sc. Torino, T. XVII, 1907.

Tuttavia la presenza di Orbitoidi e di Nummuliti di tipo eocenico, che avevano indotto il prof. Sacco a distinguere il *Sestiano* alla base del Tongriano ligure (1891), non potrebbero più ora, secondo l'A. stesso, costituire un argomento per attribuire all'Eocene « un terreno che la chiarissima stratigrafia, la flora e la fauna molto ricche, si accordano ad indicare come Oligocene tipico » (1).

E qui mi trovo, ora, pienamente d'accordo col prof. Sacco, perchè potrei difficilmente ammettere che la potentissima zona ad *Helminthoida*, che, come si vide, riposa sopra strati a Nummuliti priaboniane, possa ancora essere ricoperta, e con forte trasgressione, da strati, siano pure i più alti, del Bartoniano.

La osservazione di elementi della fauna eocenica alla base del Neonummulitico ligure sembrano venire a conforto della tesi del Rovereto: che *tutto l'Oligocene, fino ai suoi termini inferiori*, sia rappresentato in quello che fu detto prima Bormidiano poi Tongriano nell'Appennino ligure. Tuttavia io non sarei alieno dall'ammettere che la parte più profonda dei depositi oligocenici, quella che si formò durante la attiva erosione, le cui traccie sono state osservate anche dal Rovereto (l. c.) al disotto del Tongriano, siano nascosti ai nostri occhi. Ciò naturalmente nell'ipotesi che la lacuna, di cui bisogna riconoscere l'esistenza, siasi fatta a spese dell'Oligocene, e che la parte superiore, a forma di flysch, della zona ad *Helminthoida* (Ospedaletti, Dolcedo, ecc.) di cui si tenne parola, costituisca al tempo stesso il deposito eocenico più alto formatosi anteriormente alla esondazione pre-bormidiana dell'Appennino ligure e la sommità dell'Eocene.

Noi potremmo avere ad ogni modo in questa regione, se non tutto, buona parte dell'Oligocene inferiore, in deposito quasi indisturbato dalle oscillazioni posteriori, e trasgressivo, sui terreni eocenici o anteriori ripiegati, analogamente a quanto si osserva nelle Basse Alpi, nel bacino di Marsiglia, nell'Alta Garonna e nei Pirinei (1).

---

(1) F. Sacco. *Les étages et les faunes du Bassin tertiaire du Piémont.* Bull. Soc. geol. d. Fr., 4e Série, t. V, p. 896-97, 1905.

Così l'età eocenica superiore (forse ludiana) della zona ad *Helminthoida* si può ritenere pienamente dimostrata.

D'altra parte sono in ciò d'accordo tutti i geologi, compresi i colleghi francesi che studiarono le regioni oltre confine (Kilian, Haug, L. Beltrand), i quali le assegnano un posto nell'Eocene superiore (2). Lo stesso signor Boussac parlando del *flysch à Helminthoïdes* (Étude stratigr. p. 219) sviluppatissimo fra La Condamine e Enbrun, dice che esso, fra l'Empéloutier, il Col de Pélouse e il Parpaillon « parait avoir envahi toute la série nummulitique » e « qu' on ne trouve même pas de flysch calcaire à la base, entre les calcaires gréseux lutétien du Gerbier et le flysch de l'Empéloutier ». E nello schema stratigrafico della pagina 255 l'A. considera la zona in parola come *subordinata* ai *grès d'Annot*.

Rimane adunque pienamente dimostrato come non si possa d'ora innanzi parlare di *grès d'Annot* in tutto il bacino di San Remo, almeno fino a tanto che a questo nome si intenda annesso il concetto dell'età oligocenica.

Quali differenze di comportamento tettonico di fauna e di costituzione litologica fra le arenarie suddette ed i depositi dell'Oligocene ligure! Si tratta evidentemente di due mondi geologici diversi.

Quanto al limite cronologico inferiore di quella zona, la quale è costantemente e nettamente sovrapposta alla zona di scisti variegati, non bastando le rare piccole Nummuliti ed Ortofragmine riscontrate nei banchi inferiori delle arenarie con *Helminthoida* a Valle Crosia, noi potremo forse dedurlo dalla faunula delle masse lenticolari a piccole Nummuliti, che si trovano inserite nel flysch immediatamente sottostante agli scisti variegati, e in qualche punto in mezzo a questi stessi scisti, nella Valle Argentina (1), faunula che ha schietti caratteri dell' Eocene superiore o priaboniano. Il suddetto flysch, è potente forse non meno di 1000 metri nei dintorni di Ventimiglia fra il Luteziano superiore della Martola e la zona ad *Helminthoida*, tipicamente sviluppata (arenarie grossolane in basso e alberesi in alto) a Vallecrosia (v. prof. fig. 2 nel mio lavoro del 1894 e quello della fig4, tav. III); esso è pure potentissimo nel contrafforte fra Carmo Ciaberto e M. Ceppo (fig. 5, tav. III) e nei dintorni di Triora, dove il Boussac lo vide « avente parecchie centinaia di metri » di spessore (l. c. p. 72 e fig. 20 p. 30) e di Realdo, dove esso misura una potenza non inferiore a m. 400, fra le marne auversiane e la linea del ricoprimento della Rocca Barbona (fig. 6, tav. III). La zona di flysch è meno potente nel Rio Freddo (Boussac, fig. 41, pag. 70) ma al Colle di Tenda (fig. 7, tav. III) è pur sempre rispettabile. Tale flysch rappresenta, secondo i luoghi, quasi tutto il Bartoniano ovvero l'Auversiano e una parte del Priaboniano. Una parte di questo flysch sarebbe secondo J. Boussac, equivalente laterale del banco nummulitico autoctono che si sviluppa fra il Colle di Tenda e l'Ubaye.

---

(1) La presenza di *Lepidocyclina* nel Tongriano dell'Appennino non sembra più costituire un argomento per negare che gli strati che le contengono possano essere dell'Oligocene inferiore, dopo i lavori ben documentati di G. Di Stefano, Checchia-Rispoli e Prever ed uno recentissimo di H. Douvillé, che viene a confermare autorevolmente le idee, che quei geologi vanno esprimendo da un decennio.

(2) Vedansi i fogli di Larche e di Gap della carta geologica di Francia.

Malgrado quel po' di indeterminatezza, che sempre rimane forzatamente in questo limite cronologico inferiore, dal fin qui visto e specialmente dalle carte e dai profili delle annesse tavole I–IV, rimane in modo assoluto escluso che quella zona, sì nel bacino di

---

(1) Il calcare compatto di una piccola lente, grossa solo qualche metro, inserita negli scisti variegati, quasi a contatto colle arenarie ad *H. labyrinthica* a S.-S.O. di M. Frontè (fig. 6, tav. III), oltre a piccole Nummuliti non isolabili e non determinabili nelle sezioni sottili, presenta abbondanti Ortofragmine, fra cui *O. dispansa* Sowerby sp., *O. ephippium* Schlotheim sp., *O. Provasendai* Prev. e *O. aspera* Gümbel sp., rare assiline, globigerine, ecc. Il calcare cristallino bigio, con minuti elementi di calcari secondari, affiorante in grossa lente nel flysch presso il Passo di Collardente, per cui si va da Realdo a Briga, è pure zeppo di piccole Ortofragmine con piccolissime e rare Nummuliti; fra le prime il Dott. Checchia-Rispoli, che vivamente ringrazio per queste come per le altre determinazioni di foraminiferi, ha potuto determinare oltre alle precedenti la *Orthophragmina varians* Kaufmann.

San Remo che nell'Appennino Genovese, possa comprendere il Bartoniano inferiore, e tanto meno una minima parte del Luteziano, come vorrebbe sostenere ancora il prof. Sacco (1); il cui *flysch rouge* suessoniano (p. 76) è appunto una cosa sola cogli scisti rossi sottostanti alla zona ad *Helminthoida labyrinthica*, i quali saranno al più del Bartoniano superiore.

Ed io sono convinto che a questo riguardo non vi può essere dubbio, benchè il prof. Sacco affermi che in quel flysch sono incluse lenti di calcari arenacei, con *grandi Nummuliti*. Questa osservazione parrebbe stabilire un conflitto fra la Stratigrafia e la Paleontologia, ma certamente questo conflitto non potrà sussistere, quando si saranno determinate esattamente quelle Nummuliti e, con precisione verificate la posizione tettonica del banco che le contiene, ed eventualmente il modo di loro provenienza. Io, non paleontologo, mi trovo in una singolare situazione, a discutere con due paleontologi sulla assegnazione cronologica di una zona, che non ha presentato, finora, fossili di un qualche valore; zona che uno vorrebbe più giovane e l'altro molto più antica che io non creda. Io posso confidare però, e proprio coll'ausilio delle determinazioni paleontologiche da essi fatte per i terreni sottostanti e per altri più giovani, e con quello della mia matura conoscenza delle varie zone e dei loro rapporti di posizione, di essere giunto ad una soluzione, sulla quale finirà per manifestarsi un accordo completo.

Il signor Boussac, dopo avere indicato chiaramente quali *grès d'Annot* le arenarie delle località di cui si parla, sia nel testo che nei profili — in quello della fig. 20, pag. 30, le arenarie di Valle Argentina sono detti *grès d'Annot oligocène* — nel riassunto stratigrafico della regione circuente a mattino il Mercantour, a pag. 74, dice che egli le ha poste nel Lattorfiano per due ragioni:

1° Perchè sono sovrapposte al Priaboniano;

2° Perchè è notorio che esse sono ricoperte in trasgressione dallo Stámpiano nell'Appennino ligure.

---

(1) *Les Alpes occidentales*, p. 76–78.

Però nello stesso tempo egli ammette che quelle arenarie possono essere *in parte ludiane.*

Queste osservazioni fanno intravedere la possibilità di un facile accordo, che certo non mancherà, ora che il signor Boussac sarà al pari di me convinto che le arenarie suddette fanno parte della eocenica zona ad *Helminthoida labyrinthica.*

Per quanto riguarda l'Appennino genovese, la attribuzione di quella zona, sia pure con un abbassamento considerevole dal suo limite inferiore, al Parisiano apparirà a tutti un po' arbitraria, dopo le chiare osservazioni fatte su di essa dal Sismonda e dal Pareto, e ora completamente infondata. Per convincersene basterebbero poche escursioni nelle basse valli Roja e Nervia e lungo la spiaggia fra Mortola e Bordighera, dove appunto la zona ad *Helminthoida* si mostra chiaramente separata da quel Luteziano, molto noto è riccamente fossilifero, da una zona di flysch larga non meno di km. 5400, fra il M. Magliocca e Vallecrosia, zona che più a Nord in V. Nervia si allarga ancora, ed è potente forse mille metri (1). In questa regione la zona suddetta ad *Helminthoida*, prevalentemente arenacea nella sua parte inferiore, con forme grossolane e poco cementate, è ricoperta da una zona di alberesi, poscia dalla formazione superiore ad *Helminthoida irregularis*, che riempie la sinclinale Seborga–Sasso di Bordighera, e riappare al di là dell'anticlinale di M. Nero (602 m.) con pendenze verso il mare ad Ospedaletti, formazione di cui ho indicato il limite senza tinta speciale nella cartina dei dintorni di Ventimiglia del lavoro citato avanti, e che ho distinto nella tav. II col N. 4.

E l' ordine di sovrapposizione, che va dal banco luteziano alla potente zona di flysch ed alla zona ad *Helminthoida*, non può lasciar campo a dubbio di sorta (v. il profilo della fig. 4, tav. III).

Da quanto conosco per osservazioni personali nell'Appennino genovese e da quello che ho potuto dedurre dai lavori citati del Pareto e dello stesso prof. Sacco sull'Appennino settentrionale, ed infine dai rilevamenti editi dello Zaccagna nella regione delle Apuane (carte geologiche al 50.000 e al 250.000 delle Apuane e quelle in corso di stampa al 25.000), e da quelle inedite sui dintorni di Spezia, sembra che la zona ad *Helminthoida* e la sottostante zona scistosa argillosa variegata presentino caratteri abbastanza distinti e siano facilmente delimitabili, così che rimane la speranza di poterne segnare sulle carte, con relativa precisione il limite reciproco, in buona parte dell'Appennino settentrionale. E una volta compiuto questo lavoro, e riconosciuta la pertinenza di quella zona alla parte superiore dell'Eocene (Ludiano ?), sarà forse alquanto facilitato il compito di districare il complicatissimo problema, di cui si occuparono eminenti studiosi ed ultimamente il Pantanelli (1), delle suddivisioni delle formazioni terziarie dell'Appennino.

---

(1) Vedasi il profilo della fig. 2, pag. 47 dal lavoro mio del 1894, e quello della attuale tav. II, nonchè la carta geologica.

Arenarie di Servagno, di Pourriac, del Lausanier, ecc.
o « arenarie inferiori ».

Esaminiamo ora un'altra importantissima e potente zona di arenarie, le quali sono state pure attribuite all' Oligocene, e sulla cui assegnazione non mi trovo d'accordo con alcuni valentissimi colleghi e amici, che hanno studiato oltre confine la regione attorniante l'estremità nord-occidentale del massiccio cristallino dell'Argentera, nelle quali, appunto per la vicinanza di questo, i depositi di arenarie hanno raggiunto grandi potenze e si sviluppano sopra vastissime superficie.

Il Boussac ha equiparate cronologicamente queste arenarie con quelle della zona ad *Helminthoida* del versante marittimo ligure, sia nel testo che nella tabella riassuntiva, ma io le credo ad essa anteriori, ed ho voluto discuterne separatamente la età, oltre che per questa mia convinzione, anche pel fatto della continuità diretta stratigrafica innegabile, che esse presentano colle estesissime masse di arenarie distinte da C. Lory col nome di *grès de l'Embrunais*, e che sono indicate come oligoceniche nelle carte geologiche francesi, e la cui età, ritenuta sicura, ha servito, col criterio delle analogie litologiche e di posizione, a stabilire, da parte di alcuni geologi, la pari età oligocenica di altre importantissime formazioni di arenarie, distribuite nel giro delle Alpi occidentali, e delle quali parleremo in seguito.

---

(1) D. PANTANELLI. *Sull'estensione dell'Oligocene nell'Appennino settentrionale.* Atti Soc. Natur. e Mat., Modena, serie IV, vol. XIII, anno XLIV, 1911.

La discussione analitica che farò seguire sarà un po' lunga e tediosa, perciò desidero fare intravedere subito in sintesi i termini della questione e la soluzione che a mio parere sarebbe inevitabile.

A questo scopo occorre avere davanti la carta delle Alpi occidentali al 400.000, pubblicata dal R. ufficio geologico. I terreni eocenici sono in essa divisi in tre parti e distinti coi numeri della scala 8, 9 e 10, corrispondenti rispettivamente il 1° alla *zona ad Helminthoida*, il 2° al flysch potentissimo sottostante, che passa a luoghi ad una formazione essenzialmente arenacea (Valle Grande di Vernante e Valle Stura di Cuneo), ed il 3° al banco nummulitico basale, che si appoggia quasi ovunque sul Cretaceo superiore, ma in alcuni punti è trasgressivo sul Giurese, sul Trias e sugli gneiss.

Lasciando da parte la variabile età di questo banco, discussa precedentemente, la questione che qui si dibatte consiste in questo: di decidere se, oltre il confine politico, i lembi di terreni (9) *sovrapposti* in concordanza, si noti bene, al banco nummulitico e alla formazione marnosa auversiana e priaboniana (con *Serpula Spirulea*), costituiti in maggior parte da arenarie e da conglomerati, ma che in alcuni punti passano al flysch (fra le valli Tinea e Roja) e in alcuni punti anche a sabbie incoerenti (Puget–Tenier, S.t Antonin), si debbano sincronizzare col terreno 9, di qua del confine, come è indicato nella carta geologica al 400.000, ovvero si debbano considerare come Oligocene inferiore, quindi senza alcuna corrispondenza, nè col terreno 9 nè con quello 8 della carta stessa, siccome è indicato nelle carte geologiche francesi al 1000.000 ed all'80.000.

Per facilitare la lettura della discussione che segue ho riprodotto nel clichè della tavola I l'Eocene della suddetta carta al 400.000, i cui terreni 8, 9, 10 corrispondono rispettivamente a quelli dei numeri 6, 5 e 4, 3 di esso. Nel cliché sono stati inoltre indicate delle masse del calcare nummulitico basale, che erano sfuggite nella carta, quali quelle delle valli del Tanaro e della valle Pennavaira. Dal clichè, del quale la carta della tavola II è un particolare, si vede molto chiaramente, che l'area coperta dalla zona ad *Helminthoida* è fiancheggiato da ampi affioramenti del flysch priaboniano sottostante, in tutte le regioni di erosione profonda delle valli Roja, Nervia, Argentina, Andora, Arroscia, Pennavaira e Tanaro.

La visione di quella carta mostra subito che la regione oltre confine a sud del Mercantour, dove tutte le valli sono profondamente scavate nei terreni secondari, corrisponde ad una generale maggiore elevazione della serie stratigrafica dei terreni, per cui si comprende subito che, essendo tutte le valli scavate nei terreni pre-eocenici, il termine superiore dell'Eocene (8) sia stato completamente asportato insieme alla parte superiore di quello sottostante (9); mentre l'abbassamento generale di quella stessa serie nell'area sinclinale depressa del bacino di San Remo, dove, ad oriente della Roja, tutte le valli sono quasi totalmente scavate nei terreni eocenici, ha permesso che fossero conservati completamente, sopra grandi estensioni, i termini 9 e 8, e, lungo la costa, la parte superiore di questo (vedansi le cartine delle tavole I e II).

Per contro riescirebbe assolutamente incomprensibile lo sviluppo regolare di depositi oligocenici concordanti sull'Eocene in quella prima regione, oltre confine, la quale, come si disse, è sopraelevata rispetto alla seconda, mentre in questa non trovasi traccia di Oligocene, nè in concordanza sulla parte superiore del termine 8, nè trasgressivo sui termini inferiori.

Quello che si è detto per la regione a sud del Mercantour si può ripetere per le altre vastissime regioni circuenti il massiccio cristallino a sud-ovest e ad ovest, e nelle quali hanno grande sviluppo le arenarie dette di Annot, come si può vedere d'un colpo d'occhio sulla carta geologica della Francia ad 1.000.000 edita nel 1905, dove il terreno in questione è indicato in giallo cromo carico e col n. 21.

Le osservazioni sintentiche sulle carte in piccola scala possono essere completate coll'esame del profilo della fig. 1, tav. III, che attraversa il piccolo bacino di Mentone e la parte occidentale di quello di

San Remo. Si tratta di vedere se la linea $H\,H$, limite inferiore della zona ad *Helminthoida*, debba, nel bacino di Mentone, essere abbassata di tanto da venire a coincidere col limite inferiore dei grès indicati nel profilo, o, peggio ancora, se questo debba essere considerato corrispondente alla linea $H^1\,H^1$, limite superiore della suddetta zona.

Passiamo ora all'analisi, cominciando dall'Alta Valle Stura.

La zona di arenarie dette *grès d'Annot*, nel foglio di Larche (N. 201) della carta geologica di Francia all' 80.000, è indicata con tinta viola e col segno m_{II-III}, ed è protratta al di quà del confine, colle stesse segnature, fino alla Stura, fra Bersezio ed Argentera.

Questa zona io ho avuto campo di esaminare in varî punti durante le revisioni, eseguite per altri scopi nell'alta valle Stura nello scorso settembre, ma non trovai nessuna nuova ragione per mutare il concetto che mi ero fatto della sua età eocenica, età che le ho naturalmente attribuita nella carta geologica al 400.000 delle Alpi occidentali.

Vediamone intanto i limiti e la estensione.

Quella zona penetra in Italia dal confine con una larghezza di circa 1500 m. fra il p. 2785 alle falde del M. Enchastraye ed il Passo di Bail (2553), con una potenza di circa 250 m., direzione N.–70°-80°–E. e pendenza regolare di 20°-30° verso Nord (f. 3, tav. IV). Essa attraversa il vallone di Pourriac, profondamente incassato in corrispondenza di essa, va a formare le alte coste nord delle vette gemelle Cima delle Lose e Punta Incianao, e scende verso la Stura a monte di Bersezio, velata ivi da una grande massa di morenico, sempre regolarmente sovrapposta, coll'intermediario di una poco potente zona scistosa marnoso–arenacea, che costituisce come una graduale transizione con esso, sul grosso e regolarissimo banco di calcare arenaceo a Nummuliti dei gruppi *striatus* e *incrassatus*, banco che il Boussac, per l'assenza della *N. Fabianii* Prev., ritiene solo *probabilmente priaboniano*, mentre esso più ad occidente, al Lausanier, è francamente auversiano (l. c. p. 134).

Si tratta di arenarie bigie in grossi banchi, costituiti da elementi di roccie cristalline, di cui includono talora ciottoletti poco rotolati, grossi qualche centimetro, e lenticole di scisti neri fogliettati, micacei, e attraversati da grosse vene con druse di quarzo. I banchi, talora grossi diversi metri, sono separati da sottili interstrati scistosi scuri, sui quali il Portis (1) dice di avere rinvenute traccie di equiseti. E' bene notare fin d'ora che ivi non furono notate traccie di *Helminthoida* o di *Chondrites*, le quali sono invece frequentissime nella massa scistoso-arenacea con alberesi del vicino M. Ventasuso, massa che si sovrappone – vedremo in seguito come – alla zona di arenarie di cui parliamo (v. il prof. della fig. 3, tav. IV).

I calcari marnosi in straterelli, sottostanti al banco nummulitico, sono in tali rapporti di concordanza con esso, che si ha fatica ad ammettere che esista fra di essi una lacuna, corrispondente a tutto il Luteziano ed all'Auversiano, lacuna che bisognerebbe supporre, se anche la parte superiore di quei calcari marnosi, ivi molto potenti e senza fossili, rappresentassero ancora il Cretaceo, nel quale si trovano più in basso delle Ippuriti, e se, con J. Boussac, dovessimo ammettere che tutto il banco nummulitico sia effettivamente priaboniano. E qui mi viene a proposito di ricordare ancora il tatto molto curioso, a cui ho già precedentemente accennato, cioè che in tutti i punti dove il banco nummulitico, per essere priaboniano, dovrebbe essere più fortemente trasgressivo, si ha invece concordanza assoluta ed assenza della formazione ciottolosa di base, che è invece frequente e potente alla base del Luteziano superiore dei dintorni di Ventimiglia. Vi sarebbe campo ad una ipotesi: che la parte superiore dei calcari marnosi, pur avendo la *facies* litologica del Cretaceo, rappresenti già il Luteziano e l'Auversiano; in tal caso però il banco nummulitico dovrebbe tagliare obliquamente e separare due *facies* di Eocene: una laterale, inferiore, calcarea–marnosa, dalla superiore-laterale marnoso–arenacea, con difficoltà di esplicazione molto superiori a quelle che si hanno per la semplice ipotesi Boussac.

Ma ritorniamo alla zona di arenarie, le quali dicemmo presentano inferiormente una vera transizione cogli scisti marnoso–arenacei e quindi a mezzo di essi, col banco nummulitico; per modo che non è ammissibile alcuno *hiatus* nel deposito dall'uno all'altro, nè alcuna discordanza di ordine tettonico. Si tratta cioè di *concordanza stratigrafica fra due depositi consecutivi*, e di età poco differente, il che risulta anche dai profili del sig. Boussac.

---

(1) A. Portis. *Sui tereni stratificati di Argentera.* Memorie R. Acc. Sc. di Torino, serie 2ª, T. XXXIV, p. 25.

La grande frattura Bersezio–Colle della Maddalena, per cui i terreni secondari della falda o lamina del Colle di Tenda (Trias medio, gessi, Titonico e Cretaceo) sono portati a sovrapporsi all'Eocene della serie autoctona, interrompe appunto a nord-ovest di Bersezio la zona di arenarie, la cui prosecuzione noi troviamo solo circa 2500 m. più a valle, presso la strada nazionale sotto Servagno, dirimpetto alle pareti gneissiche levigate di Preinardo; perciò con un salto, la cui componente orizzontale si deve valutare almeno a qualche chilometro (1).

Il banco nummulitico e la zona di arenarie del fondo di valle, presso Servagno (contatto colla grande frattura), salgono a coronare le imponenti rupi giuresi-cretacee dette Le Barricate, poscia quelle della Costa del Gias, che ne sono il naturale proseguimento, e le pittoresche guglie del M. Bersaio e del M. Nebius; quindi le alte balze del Monte di Vinadio e del Corso del Cavallo, lungo il contrafforte separante la Valle Stura dall'affluente vallone dell'Arma ; balze nelle quali il Boussac trovò pure, sopra Aisone, delle Nummuliti che suppone priaboniane (sempre però senza la *N. Fabianii*).

Nel contrafforte fra Gesso e Stura, nella sinclinale eocenica autoctona della Madonna del Colletto (Tav. IV, fig. 2) e nel profilo dei pressi di Valdieri dato dal Boussac prevale il flysch sulle arenarie, che vi figurano solo in banchi isolati.

Dette arenarie però, già meno tipiche e associate a scisti, ricoprono ancora il banco nummulitico della serie autoctona più a sud-est nella Valle Grande di Vernante, dove il Boussac le riferisce ancora ai *grès d'Annot*; ma più a sud-est esse non sono più in gruppo di banchi compatto, ma solo invece in numerosi grossi banchi arenacei, sparsi nella massa scistosa del flysch, in mezzo al quale si osservano vivamente ripiegati nel vallone di Limonetto e nei due versanti della Sella di Tenda, alle Falde del M. Pernante, fra il banco nummulitico autoctono e la linea di ricoprimento del Colle. Un fatto singolare è pure a notarsi nel contrafforte fra Gesso e Stura, ed è che nelle sinclinali delle pieghe imbricate soprastanti alla grande frattura, invece di arenarie, si hanno veri conglomerati; così nella sinclinale fra M. Sabench e Rocca Pissusa, dove il banco nummulitico a *N. perforatus* è arenaceo, e nella massa soprastante, formante nocciolo sinclinale, si ha prevalenza dei conglomerati sulle arenarie, come nella sinclinale molto coricata di Andonno, dove i conglomerati furono notati pure dal Boussac sotto il banco di calcare nummulitico luteziano rovesciato, nel basso vallone Roccoston. Quivi, associate alle arenarie, che seguono (per rovesciamento) sotto al banco nummulitico vi sono delle roccie a cemento rossastro, ricordanti le anageniti, con ciottoli rotolati di porfidi, scisti neri, calcari, ecc. (1).

---

(1) Si può arguire questa discussione sulla Carta geologica al 400.000.

Ora bisogna notare ancora un altro fatto, ed è che in tutti i punti dove le arenarie non formano cime isolate, come lungo il Corso del Cavallo, al di sopra di esse si nota sempre una zona di *flysch* come al Passo di Bail, sul confine, a Servagno e in tutti gli altri colli che segnano il ricoprimento del secondario sull'Eocene (Colle della Montagnetta ecc.), i quali sono appunto incisi in corrispondenza della frattura, separante i terreni secondarî dalla zona scistosa che ricopre le arenarie stesse (2).

---

(1) Conglomerati scistosi, a cemento arenaceo rossastro o verdastro, come questi del Nummulitico di Andonno si sviluppano allo sbocco del vallone di Roaschia (l. c. *Osservazioni sopra alcuni ecc.*, 1907, p. 166), dove sono stati da qualche geologo confusi colle anageniti del Permiano, e si osservano pure più ad ovest in stretti rapporti col banco nummulitico fra Tetti Monfranco e Tetti Colombano, sulla destra del Gesso. La genesi degli elementi di questi conglomerati, che mancano nella sinclinale nummulitica fronteggiante il massiccio cristallino, costituisce un problema interessante, che lo studio comparativo dei porfidi dei blocchi con quelli permiani del Besimanda permetterà di risolvere, spiegando al tempo stesso la separazione del Bacino nummulitico piemontese da quello della zona del Colle di Tenda.

(2) Nel foglio di Larche della carta geologica francese la linea di contatto anormale del ricoprimento, coi lembi di terreni secondari, è pure indicata in piena zona scistosa, di cui la parte che sta al muro e che ricopre le arenarie, fa parte con queste della serie autoctona.

In tutto il lungo percorso, di oltre 30 chilometri, la zona di arenarie in parola, le quali costituiscono talora, ma non sempre, il più alto termine salvato all'erosione, della serie autoctona, e scendono soventi fino al Luteziano, si presenta quasi sempre cogli stessi caratteri, salvo maggiori o minori intercalazioni di flysch, come a Servagno, il passaggio a puddinghe come sul Bersaio, e negli stessi rapporti rispetto al banco nummulitico sottostante fin presso Aisone. Però più a sud-est le arenarie diminuiscono singolarmente di importanza rispetto al *flysch*, che le sostituisce quasi totalmente, come già si è detto, nelle regioni autoctone fino alla bassura del Colle di Tenda (fig. 1, tav. IV), e particolarmente nell'alto contrafforte che divide la testata di Valle Roia dal Vallone Lamentarghe, tra la Cima del Becco Rosso, la Cima del Tavan ed il M. Corto, dove esso si appoggia al banco nummulitico basale, ivi molto ridotto di potenza, e probabilmente già trasgressivo.

Nella valle del Rio Freddo, alla sella di Coll'Ardente e nel bacino di Triora, dove il banco nummulitico autoctono è luteziano, si osserva sopra di esso o sulla zona marnosa probabilmente auversiana, un flysch in cui le arenarie sono bensì frequenti, ma subordinate ad altri tipi rocciosi, e in cui sono completamente scomparsi i caratteri della massa arenacea compatta dell'alta Valle Stura. In questa regione le arenarie, simili a queste per molti rispetti, appartengono alla zona superiore ad *Helminthoida*. Il flysch diventa sempre più tipico fra la Valle Argentina e la Valle Nervia, e in quest'ultima, quasi completamente in essi scavata, nonchè nella bassa Valle Roja; dove, nella parte inferiore di esso sono interposte alcune zone marnoso-arenacee, che, come già dissi, rappresentano forse quelle a *Serpula spirulea* della Valle Tinea.

Noi siamo adunque in presenza di una zona di depositi unitaria, costituita nella valle Stura essenzialmente da arenarie, le quali verso sud-est vengono per gradi sostituite completamente dal flysch.

Questa zona è stata sempre da me ritenuta eocenica non solo, ma, non avendovi io mai osservate le impronte di *Helminthoida* nè le *Chondrites*, così abbondanti nelle zone arenacee o calcareo-arenacee delle regioni a S. E. del Colle di Tenda, nè, alla loro base, gli scisti variegati, che formano costantemente, come si disse, il *substratum* di quelle in tutto il bacino di S. Remo e nell'Appennino Genovese, l'ho creduta *cosa distinta e quindi subordinata* alla zona ad *Helminthoida labyrinthica*, e come tale l'ho indicata nelle carte, compresa quella al 400.000.

A me certamente non poteva venire in mente che quelle arenarie, che poggiavano quasi direttamente sul banco nummulitico e che sono lateralmente sostituite, nella stessa posizione, prima dal flysch con frequenti banchi di arenarie e poi dal semplice flysch, potessero essere più giovani della zona ad *Helminthoida*, la quale ovunque io avevo visto invece separata da quel banco dalla potente formazione scistosa: al Colle di Tenda, nelle basse valli Roja e Nervia e nella Valle Argentina, come indicano chiaramente i profili delle tavole III e IV.

A quelle conclusioni ero pure naturalmente portato dal fatto della sparizione completa della zona suddetta a nord-ovest della cima di Gherra e della sua riapparizione solo al di là di Argentera; per cui veniva naturale di pensare che, in tutto questo lungo tratto della fascia di terreni ripiegati cingente a nord-est il Mercantour, dove tutte le pieghe rimanevano abbastanza elevate. la erosione profonda avesse completamente asportata quella zona, e che tutto il terreno terziario rimanente fosse ad essa inferiore. L'ammissione di questi fatti pareva tanto più naturale per me, che ben conoscevo la grande potenza e le frequenti sensibili transizioni litologiche laterali della formazione interposta fra il banco nummulitico e la zona ad *Helminthoida* della regione autoctona della Valle Nervia e della bassa Valle Roja, come indicano i profili delle figure 3 e 4 della tav. III.

Ed anche ammessa l'ipotesi Boussac, ed accettato che il banco nummulitico autoctono nelle valli Stura, Gesso ecc. sia non solo probabilmente, ma sicuramente priaboniano (1), io non vedrei ancora una ragione per supporre che le arenarie soprastanti ad esso siano addirittura oligoceniche e quindi più giovani della zona ad *Helminthoida*.

---

(1) Il Boussac, non avendo riscontrata la *N. Fabianii* nel banco nummulitico di Bersezio è un po' incerto sulla sua età priaboniana (l. c., p. 63), ma per ritenerla tale egli trae argomento dalla sovrapposizione ad esso delle arenarie, che ritiene sicuramente lattorfiane, cadendo cosi in un circolo vizioso.

Perchè le arenarie soprastanti siano oligoceniche non basta che il banco, d'altronde poco potente, sia priaboniano, ma occorre che esso rappresenti *tutto il Priaboniano*, il che certamente non sarà. Se il banco ha una potenza di 20 metri ed il Priaboniano nella regione ha la potenza di 400, ne rimangono 380 disponibili per strati priaboniani sosprastanti. Ho fatto queste cifre non a caso, perchè credo appunto che nelle regioni ad immediata vicinanza del massiccio cristallino, che ha fornito gli elementi delle arenarie, queste possano avere potenze considerevoli, molto superiori alla media potenza di quel terreno a distanza dal massiccio. Infatti i *grès d'Annot* sono stimati a 400 m. di potenza al Lausanier dal Boussac e i *grès mouchetés* a 800 m. di potenza nel gruppo di Chaillol da C. Lory.

Io ho seguito passo passo, dalla costa ventimigliese al confine coll'Ubaye, il banco nummulitico di base e la formazione soprastante, interposta fra esso e la zona ad *Helminthoida*, la quale ho pure seguita, laddove essa non è stata erosa, lungo tutta la regione autoctona; ed ho osservato da punto a punto la evidente continuità, per tutta quell'estensione, dei due primi termini dell'Eocene. La zona superiore suddetta nella serie autoctona cessa nella massa del Monte Ceppo, fra la Nervia e la Valle Argentina, ed in questa, a levante dei Molini di Triora; ma nella massa carreggiata essa si mostra ininterrotta fino alla Cima di Gherra, a levante del Colle di Tenda, dove termina, per riprendere solo presso il confine dell'Ubaye, ad Argentera. Però malgrado questa interruzione ed il cambiamento litologico di essa, da arenarie ed alberesi in grossi banchi nelle prime regioni ad una specie di flysch con banchi di arenarie e di alberesi nella seconda (*flysch à Helminthoïdes* delle carte francesi), la primitiva continuità di tale zona non può, a mio avviso, essere messa in dubbio. Noi vedemmo infatti nella zona in parola cambiamenti litologici importantissimi nei sensi laterale e verticale da arenarie ad alberesi, da questi a calcari marnosi fra la Valle Argentina e il Capo Mele, e fra questo e i dintorni di Albenga e quindi all'Appennino ligure; ma il netto distacco litologico dal secondo termine, la zona di scisti variegati con cui esso culmina e le impronte di *Helminthoida labyrinthica* e delle diverse *Chondrites* hanno sempre permesso di distinguerla. E siccome gli scisti variegati non mancano ad Argentera, al Passo Goretta, ed, oltre confine, al Col de Pelouze (detto appunto pure Col du Vermillon), al Col de la Sanguinière (dal color sangue di essi) (1) e nei dintorni di Jausiers, dove sovrastanno appunto alla formazione arenacea (2); e le impronte di *Helminthoida* e Condriti caratterizzano nell' Ubaye una estesissima e potente formazione, che il Boussac dice invadere in alcuni punti (Empéloutier) tutto il Nummulitico, e il cui affioramento termina appunto presso Argentera ed al Passo Goretta, così, fino a prova contraria, è lecito supporre che anche nella zona di confine e al di là di esso, nell'Ubaye, la serie eocenica sia, come nel bacino di Sanremo, dal basso all'alto la seguente (3):

1° Banco nummulitico basale (Auversiano-Priaboniano inferiore ?);

2° Arenarie (*grès*) e flysch (*flysch noir, flysch gréseux* ecc.), come formazioni laterali, coronate dagli scisti variegati papiracei. (Priaboniano medio);

3° Zona ad *Helminthoida labyrinthica* (Priaboniano superiore o Ludiano).

E qui si impone il seguente dilemma : o si riconosce la serie sopraindicata, che inquadra tutte le formazioni eoceniche della regione e i *grès* di Annot, ovvero si deve ammettere, nell'Ubaye, l'esistenza di due serie eoceniche : Una prima molto semplice e poco potente, costituita dal banco nummulitico e da una sottile zona di scisti marnoso-arenacei direttamente soprastanti, che al Lausanier ha la potenza di soli 30 m., di 20 m. al Lauzet, secondo Haug e di non maggiore potenza sul confine e al di qua di esso; la quale serie sarebbe ricoperta *in concordanza* e con assoluta continuità stratigrafica, dall'Oligocene; ed una seconda serie invece molto complessa, costituita dai diversi flysch (*flysch calcaire, flysch noir, flysch gréseux* e *flysch à Helminthoïdes*), con enorme potenza, i cui rapporti coi suddetti *grès* e coll'altra serie sarebbero ancora veramente molto oscuri.

---

(1) F. ARNAUD. *L' Ubaye et le Haut-Verdon*. Barcelonnette, 1906, p. 109. Il nome errato di *Col de Pelouze* nell'ultima edizione delle carte è stato sostituito da quello giusto « *Col des Granges Communes* ». — L. BERTRAND, l. c. *études géologique du Nord des Alpes Maritimes.*

(2) E. HAUG. Bull. Ser. Carte Geol. d. Fr., C. Rendus des Collaborateurs pour la campagne de 1897, p. 131.

(3) In questa serie ho tenuto conto dell' ipotesi Boussac, ed ho indicati i riferimenti cronologici solo per fissare le idee o, se si vuole, a titolo di *ipotesi di studio*.

Ora l'esistenza di queste due serie eoceniche, tanto diverse fra loro, in una regione così ristretta, non mi sembra ammissibile, che quando della loro esistenza distinta siano portate prove irrefragabili, di cui non si ha finora nemmeno il sospetto. La osservazione dell'unica serie nell'amplissimo bacino di San Remo costituisce certamente un argomento contrario di gran valore, e risponde preventivamente alla scappatoia, che si tratti colà bensì di due serie, ma una autoctona e l'altra carreggiata dalla zona *des Aiguilles d'Arves;* la quale, d'altra parte, formava indiscutibilmente un solo mare, di non grande larghezza, con quello in cui avvennero i depositi dei terreni autoctoni, e certamente molto più ristretto della espansione sinclinale di San Remo.

Cosi allo stesso modo in cui, quando nelle serie autoctone dei vari profili dalla Valle Argentina al Colle di Tenda (tav. III, fig. 6 e tav. IV, fig. 1), io non vedevo rappresentata la zona ad *Helminthoida*, ritenevo necessario ammettere che essa fosse stata o *abrasa dai ricoprimenti o posteriormente erosa*, non vedendo io ora nella serie autoctona del profilo Monte Enchastraye – Passo di Bail (tavola IV, fig. 3) il flysch ad *Helminthoida*, ne deduco *che esso è stato asportato per abrasione tettonica o per erosione*. E veramente io non vedo come sia possibile ragionare diversamente, se pure dobbiamo annettere alle zone ed al loro modo di successione in regioni ristrette una certa continuità.

Quanto alla cronologia del 2° termine di quella mia ipotetica serie dell'Ubaye (arenarie-flysch, sempre della serie autoctona), quando si ammetta l'ipotesi Boussac, essa si restringerà al basso a seconda dell'innalzarsi nella scala cronologica del banco nummulitico basale, per soppressione correlativa dei termini inferiori, ma essa rimarrà invariabile per quanto riguarda la sua parte superiore, terminante cogli scisti variegati, i quali sono ovunque ricoperti, quando non ne manchi, dalla zona ad *Helminthoida*.

Il secondo termine sopra indicato potrà comprendere quindi, secondo i luoghi, supponendo ludiana la zona ad *Helminthoida*, o il Priaboniano medio-inferiore (Bassa Valle Roja, Valle Nervia, media Valle Roja, Rio Freddo) o solo la parte media e frazione dell' inferiore (Lausanier) o forse anche solo la sua parte media (fra il Colle di Tenda e quello della Maddalena).

Pare difatti evidente che, per la assoluta e non discussa continuità di deposito, dal banco nummulitico alla zona scistosa interposta ed ai *grès*, fino a quando non sarà dimostrato che la suddettà zona scistosa rappresenti il livello assolutamente più alto dell' Eocene, l'attribuzione delle arenarie all'Oligocene debba ritenersi completamente infondata ed arbitraria (tav. IV, fig. 3).

Orbene il suddetto fatto non è menomamente dimostrato; anzi i dati paleontologici forniti dallo stesso signor Boussac ci permettono di escluderlo. Nell'interessante profilo del Lausanier (l. c. p. 134) il banco nummulitico *auversiano* è separato dal *grès d'Annot* da soli 30 metri di *marne calcari scistose senza fossili*; quindi, per ammettere che i suddetti *grès* rappresentino l'Oligocene, bisogna supporre che in quei trenta metri di scisti marnosi siano rappresentati il *flysch noir* a luoghi potente un migliaio di metri ed il *flysch à Helminthoïdes*, che è pure potentissimo.

Ma vi ha di più: l'analogia di posizione delle arenarie rispetto al banco nummulitico, al Lausanier e nell'alta valle Stura, sembrerebbe dimostrare che qui pure il banco nummulitico, che il Boussac ritenne solo « probabilmente priaboniano » sia ancora auversiano, e che perciò le arenarie quasi immediatamente soprastanti possano ancora rappresentare, per lo meno, la parte media se non pure quella inferiore del Priaboniano stesso.

Io mi ritengo quindi autorizzato a concludere, che *le arenarie* *del Lausanier, di Pourriac, della Cima delle Lose, di Bersezio, di Servagno col flysch soprastante, e le arenarie e il flysch della serie autoctona delle regioni a sud-est, costituenti una zona continua molto unitaria dall'Ubaye alla Valle Stura, al Colle di Tenda*, ecc. *sono ancora priaboniane non solo, ma che sopra di esse si svilupperebbe, se in qualche punto la serie eocenica fosse completa, il flysch ad Helminthoida.* Il che, a giudicare dalle carte, sembra si verifichi all' Empéloutier. E ciò sarebbe pienamente conforme a quanto si osserva in varie parti, autoctone o no, del bacino di San Remo, dove la zona ad *Helminthoida*, potente non meno di 500 metri, riposa sopra un flysch, priaboniano molto potente, includente lenti di roccie diverse, con piccole Nummuliti e con uno sviluppo eccezionale di piccole Ortofragmine.

Tutto al più, osservando le strette analogie litologiche esistenti fra queste arenarie della zona di confine e quella della parte inferiore della zona ad *Helmintoida* del bacino di San Remo, analogie tali che hanno indotto il Boussac ad assimilarle cronologicamente, si potrebbe emettere l'ipotesi, che quelle arenarie rappresentino la zona suddetta nella serie autoctona, sebbene in essa manchino le solite impronte e gli scisti variegati. Ma, lasciando da parte il fatto che la zona ad *Helminthoida* è pure tipicamente sviluppata nella regione autoctona delle valli Argentina e Nervia, anche ammettendo quest'altra ipotesi, la quale, come vedremo in seguito, è assai poco verosimile, le arenarie in questione sarebbero sempre e sicuramente eoceniche.

ESISTERANNO NELL'UBAYE DUE ORIZZONTI DI ARENARIE COME NEI VERSANTI ITALIANI DEL MERCANTOUR?

Noi abbiamo visto che le arenarie del Rio Freddo e della Valle Argentina, che dicemmo *arenarie superiori*, fanno parte della zona ad *Helminthoida* e che quelle della Valle Stura e della regione di confine, dette *arenarie inferiori*, sono parte della zona di flysch sottostante, a piccole Nummuliti, e che le prime sono probabilmente ludiane, mentre invece le seconde sono bartoniane o, secondo la serie adottata dal Boussac, priaboniane (Priab. medio ?).

Viene ora naturale di domandarci se esisteranno pure due orizzonti di arenarie nelle finitime regioni dell'Ubaye, dei fogli di Gap, di Digne e nel Nizzardo, dove sono ora tutte comprese sotto la denominazione di *grès d'Annot* e di *grès de Menton*, ed attribuite all' Oligocene inferiore.

Il quesito è molto delicato, trattandosi di regioni a me note solo per la bibliografia e per le carte geologiche; tuttavia procurerò di dire le mie impressioni, basandomi sulle evidenti analogie di condizioni stratigrafiche e sulla continuità delle zone con quelle da me rilevate, quali risultano dalle carte e dai lavori dei colleghi di Francia.

Mi si perdonerà se io intraprendo un lavoro ingrato e che non potrà dare grandi risultati ; io mi vi accingo non tanto colla speranza di trovare argomenti decisivi in favore della mia tesi, quanto per ricercare le cause dell'esistente disaccordo ; e io considererò di aver ottenuto un risultato soddisfacente se potrò convincermi che nessun argomento indiscutibile esista nelle regioni oltre confine, per stabilire la oligocenicità dei *grès d'Annot*, contro la quale mi conducono concordemente tutte le osservázioni fatte al di quà di esso.

Esaminiamo però anzitutto, ancora per un momento, il profilo interessantissimo che si presenta lungo il confine, dal banco nummulitico dell' Enchastraye alla zona sovrapposta di arenarie Pourriac–Lausanier, ad un'altra scistosa con scisti papiracei alla sommità e quindi alla massa molto ripiegata di flysch ad *Helminthoida* del Monte Ventasuso (tav. IV, fig. 3). Questa serie parrebbe molto dimostrativa in favore del mio ordine di idee; senonchè delle masse di Titonico a *facies* coralligena, ai due lati del contrafforte, dimostrano l'esistenza di una grande frattura in corrispondenza di esse, ed attraverso alla zona scistosa che ricopre le arenarie, frattura collegata con quelle delle grandi *nappes de l'Ubaye*, messe in luce da Kilian e Haug, e indicata nelle carte geologiche (foglio di Larche e carta al 400.000). Quella serie non può quindi considerarsi come normale, ed il profilo non può essere portato, da solo, come argomento a sostegno della tesi, che le arenarie di Pourriac siano stratigraficamente subordinate agli scisti variegati ed al flysch ad *Helminthoida*.

Però mi pare difficile negare che la massa del Ventasuso, per quanto sia ivi carreggiata, rappresenti un orizzonte superiore alle arenarie di Pourriac, per le grandi analogie di questo col profilo del Colle di Tenda, dove la dimostrazione è molto più chiara, e meglio ancora con quello M. Fronté-Realdo, dove essa è evidente. In questi ultimi due profili le arenarie della serie autoctona sono sostituite dal flysch, rispettivamente, con o senza importanti intercalazioni di banchi arenacei. Nel profilo ultimo sopraindicato i lembi di terreni secondarii affiorano appunto, come in quello di Pourriac, poco al disotto della zona di scisti variegati, dimostrandoci così delle grandi analogie nei rapporti di posizione delle masse che vennero a ricoprire la serie autoctona, nelle due regioni, distanti non meno di sessanta chilometri.

Qualcosa di analogo sembra si osservi più a sud-ovest, al *Col des Granges Communes*, anticamente detto *Col du Vermillon*, per lo sviluppo che vi hanno gli scisti rossi.

Ed è qui il caso di osservare come la interpretazione che io sono indotto a dare sia abbastanza conforme alle idee molto chiaramente espresse da Léon Bertrand nel suo ottimo « Etude géologique du Nord des Alpes-Maritimes », specialmente dove egli parla del *facies* settentrionale dell' Eogène : « Au dessus de calcaires compacts, renfermant de petites Nummulites, vient une très-puissante série de grès quartzeux formés d'éléments empruntés au massif cristallin (grès d'Annot), et à la partie supérieure desquels on recontre, au moins dans la partie septentrionale de la région, une série de grès micacés en plaquettes, alternant avec des lits marneux schisteux, constituant le *flysch* (p. 103).

Mi duole di non poter riportare per intiero, per non tediare il lettore, quanto dice l'A. parlando del suo *faciès meridional de l'Eogène* (pag. 103 e 104), in cui descrive così chiaramente i passaggi laterali della formazione soprastante alle marne a *Serpula spirulea*, dalle sabbie incoerenti di Puget-Temérs e di St. Antonin ai *grès d'Annot* *sottoposti al flysch* (parte occidentale del Tournairet), con passaggi verticali insensibili al flysch, che invade tutta la serie, presentando solo intercalazioni di arenarie come quelle di Annot (Aution), al flysch tipico senza intercalazioni arenacee (a nord di Sospello). Voglio però riprodurre testualmente le parole colle quali egli conclude: « Il semble donc nécessaire d'admettre, par suite de ce remplacement latéral des grès d'Annot par le flysch, *que l'on a affaire seutement à deux faciès différents de dépôts concontemporains et non à deux séries successives* ». Conclusione questa che si può ripetere per la parte italiana, dove abbiamo visto che le arenarie soprastanti al banco nummulitico autoctono nella valle Stura non esistono più presso Valdieri, sono poco tipiche nella Valle Grande di Vernante, si presentano solo come intercalazioni nel flysch nella regione del Colle di Tenda, per mostrarsi più rare ancora nel flysch del bacino di Triora, di tutta la Valle Nervia e della bassa Valle Roja, dove, nella sua parte inferiore, sono varie zone marnose intercalate, probabili rappresentanti sporadici della formazione marnosa a *Serpula spirulea* della Valle Tinea.

Nella bella carta annessa al suo lavoro e nei numerosi profili, i *grès d'Annot* sono da L. Bertrand indicati sotto una sola tinta col flysch, e come Oligocene inferiore (O^{1-2}).

Lo stesso Léon Bertrand, nel resoconto della riunione straordinaria della Società geologica di Francia, tenuta a Nizza nel settembre 1902, pubblica nuovi profili, nella cui leggenda sono ancora messi assieme *grès d'Annot e flysch*, mostrando così egli di ritenerli sempre equivalenti; e nel testo egli dice di ritenere i grès suddetti come oligocenici « en grande partie du moins, en admettant que la limite entre l'Eocène et l'Oligocène puisse ne pas coincider éxactement avec celle des marnes a *Serpula spirulea* et les sables en question (Bull. Soc. geol. da Fr., 4e série, t. II, 1902) ». Il perchè i grès d'Annot, equivalenti delle suddette sabbie e che sono equivalenti cronologicamente e rappresentino una *facies* laterale del flysch, sarebbero in parte eocenici ed in parte oligocenici il Bertrand non dice, ma certo tale opinione non è basata su dati paleontologici, perchè fossili mancano in tutta la estensione dei *grès d'Annot*. Che poi un gruppo di strati così unitario come quello dei *grès d'Annot*, possa in una data regione supporsi divisibile fra Eocene ed Oligocene io non riesco a concepire; e tale dubbiosa cronologia mi sembra costituire già di per sè un indizio della mancanza di buoni argomenti per stabilirla.

Un' occhiata ai fogli di Gap, Larche, Digne, Saint Martin L., Nice e Pont Saint Louis (200, 201, 212, 213 e 215) della carta geologica di Francia all'80.000, pel grande sviluppo che vi hanno i *grès d'Annot* e per rapporti che questi hanno col grande banco nummulitico di base e coi soprastanti termini dell'Eocene, è sommamente istruttiva, e ci convien darla.

In moltissimi punti questi *grès* o il *flysch* a cui passano lateralmente, si sovrappongono al Nummulitico (calcari e marne) seguendone fedelmente i contorni, nelle sporgenze dei contrafforti e nelle rientranze delle valli; e specialmente nei fogli di Saint Martin Lantosque e di Larche tale fatto ci appare molto suggestivo. Sopra grandissime estensioni il contorno del Nummulitico, poco potente e rappresentato da un sottile nastro, è seguito fedelmente dal limite inferiore di quei *grès*: ai fianchi della lunga costa del M. Saint Honorat, dell'isolato gruppo del Becco di Baseglio e del grande e frastagliato gruppo della Sanguinière. Lo stesso parallelismo si osserva anche laddove il Nummulitico è fortemente trasgressivo sul Cretaceo e sull'Oxfordiano e nella accidentata regione sulla quale si sono svolte le *falde dell'Ubaye*. In alcuni punti poi le arenarie mostrano evidenti passaggi al flysch: all'angolo nord-ovest del foglio di Saint Martin L. e nella parte nord del grande gruppo della Sanguinière, dove è indicata una grande massa di flysch, quella della Tête de la Bouette, sovrapporsi ai *grès*, che ivi ad esso passerebbero superiormente, e, più a nord, dove una grande massa di flysch eocenico ad *Helminthoida* si sovrapporrebbe al precedente. Benchè nella carta non sia indicato un contatto meccanico al limite inferiore, ammetto volentieri, con E. Haug, che quest'ultimo flysch sia carreggiato (1), essendo presumibile che esso costituisca il proseguimento di quello del M. Ventasuso sul confine.

---

(1) E. Haug. *Les grand charriages, etc.*

Nel foglio di Larche però questo flysch ad *Helminthoida*, il cui limite inferiore segue in modo singolarmente parallelo, per una linea di ricoprimento, quello inferiore dei grès, dal segnale dell'Empéloutier al villaggio di Argentera, si estende ininterrottamente verso nord-ovest per diecine di chilometri, lasciandoci l'impressione che questa enorme massa, se pure è in alcuni tratti separata dalle arenarie, su cui si appoggia secondo linee di contatto meccaniche, in altri punti vi sia adagiata sopra naturalmente, come indicherebbe la carta geologica stessa (foglio di Larche, angolo sud-est) nel versante orientale del Signal de l'Empéloutier. Si è appunto in questo monte che il Boussac avrebbe osservato un grande sviluppo del flysch ad *Helminthoida*, il quale ivi si sovrapporrebbe quasi direttamente sui calcarei arenacei luteziani del Gerbier. L'A. però non dà particolari su questo profilo, che sarebbe molto interessante, pel fatto che quel flysch dovrebbe ivi rappresentare anche il Priaboniano.

D'altra parte nella notizia esplicativa del foglio di Larche redatta da W. Kilian si legge, sui grès d'Annot: « ... ils constituent un faciès spécial, localisé au sommet de l'Eogène (Oligocène?) dans la région ouest, mais qui semblent descendre plus bas dans le voisinage du Mercantour ». Il che ci dice chiaramente che al Kilian non erano sfuggiti due fatti importantissimi: 1° che i grès costituiscono un *facies* litologico e non un orizzonte geologico; 2° che nell'Ubaye esistono due orizzonti di *grès*, di cui il più basso si trova nelle vicinanze del Mercantour. Io sono molto lieto di constatare questo accordo, che viene a dare una preventiva, valida ed autorevole conferma alla tesi che ora sostengo.

A riguardo delle regioni ad occidente del Mercantour merita di essere riportato integralmente quello che scrive E. Haug a proposito di questi *grès*, nei resoconti dei collaboratori per la campagna 1897, dove egli accenna sommariamente ai terreni riscontrati nelle revisioni eseguite nel foglio di Gap (1): « L'Oligocène est représenté dans l'Embrunais et dans l'Ubaye par une puissante masse de grès que Charles Lory désignait sous le nom de « grès de l'Embrunais » et qui sont connus dans le sud des Basses-Alpes et dans les Alpes Maritimes, sous le nom de « grès d'Annot ».

---

(1) Bull. d. Serv. d. l. Carte geolog. d. Fr., n. 63, p. 129-130

« Ces grès, qui ont été souvent décrit, sont au Lauzet, séparès des calcaires à petites Nummulites par des schistes marneux et gréseux jaunes et gris, atteignant tout au plus 20 mètres de puissance. Vers Barcelonnette, ils sont beaucoup moins siliceux que dans les régions environnantes, et ils constituent par place un véritable « flysch gréseux ». A Uvernet ils peuvent être facilement distingués des schistes noirs de l'Eocène supérieur sur lesquels ils reposent, bien que la limite entre les deux termes soit indécise sur une certaine épaisseur, mais il n'en est pas de même partout, et il nous a semblé, à Ms. Kilian et à moi, que, dans la chaîne du Parpaillon, par exemple, les schistes noirs et le flysch gréseux viennent se fondre en une masse puissante de schistes gréseux et calcaires satinés de la base de l'Eocène supérieur.

« Nous n' avons d'ailleurs pas étudié encore cette crête du Parpaillon qui sépare l'Embrunais de l'Ubaye, mais nous avons rencontré des difficultés analogues sur la feuille de Digue, vers la llmite des Alpes Maritimes. J'ajouterai que, dans les environs de Jausiers, *l'Oligocène se termine par der schistes rouges papyracès qui forment dans les escarpements des bandes colorées, marquant vraisemblablement les emplacement des synclinaux* ».

Le lettura di questo brano dell'eminente professore della Sorbona lascia la impressione che esistano appunto nell'Ubaye due orizzonti di *grès*, come si vide pensasse W. Kilian pel foglio di Larche, sembrando difficile sincronizzare le arenarie che al Lauzet sono solo separate da 20 metri di scisti marnoso-arenacei dal banco nummulitico, con quelle che, a Uvernet, riposano sugli schisti neri dell' Eocene superiore. La presenza di una zona di scisti rossi papiracei alla sommità della formazione arenacea dei dintorni di Jausiers, la quale indicherebbe la posizione delle sinclinali, mi sembra di un alto interesse, poichè se, come pare dall'aggettivo, tali scisti fossero paragonabili a quelli della salita del Col d' Orre e del Passo Goretta alla base del flysch ad *Helminthoida* del M. Ventasuso, io sarei indotto a supporre che essi rappresentino l'orizzonte degli scisti variegati (soventi rossi e papiracei) che vedemmo svilupparsi costantemente al disotto della zona ad *Helminthoida labyrinthica*, e racchiudere talvolta lenti di roccie con piccole Nummuliti. In tal caso le arenarie dei dintorni di Jausiers sarebbero come quelle di Lauzet da riferire alle nostre *arenarie inferiori* e quelle di Uvernet alle *arenarie superiori.*

Non pochi sono i passaggi, nei lavori di Kilian e Haug, dai quali parrebbe si possa trarre argomento per dedurne che i *grès d'Annot* sono lungi dal formare un orizzonte distinto e sempre sovrapposto alle varie *facies* dell'Eocene, e troppo lungo e non concludente sarebbe il riportarli qui; però in una di quelle *notices explicatives*, in cui sono concisamente e chiaramente riassunti i fatti principali riguardanti i terreni, per ogni foglio di carta geologica pubblicato, quella relativa al foglio di Digne (212), trovo che il testo riguardante i *grès d'Annot* e le formazioni associate merita di essere totalmente riportato: « Les grès d'Annot $m_{\text{II-III}}$ plus ou moins grossiers, siliceux, à ciment calcaire, d'apparence rose et brunâtre, sont gris sur la cassure fraîche et englobent très-souvent des paquets de schistes noirs ou des galets quartzeux. Ils sont très-dévelloppés dans l'E. et le S. E. (del foglio) et ont été distingués par un figuré spécial. Leur épaisseur est souvent considérable. Ces grès passent latéralement au *Flysch grèseux*, alternance de grès bruns, cariés, en petits bancs, et de schistes noirs; on y remarques des filons de secrétion quartzeux (quarte hyalin) a Colmars, Valgelaye ».

« Il est parfois difficile de séparer le *Flysch grèseux* du *Flysch calcaire à Helminthoïdes*, considéré comme un faciès du nummulitique e^3 (Priaboniano). Dans ce cas les deux formations ont été réunie et désignées par e^3 m_{III} (montagne d'Autapie); la même désignation a servi à représenter près de la Foux le *Flysch noir*, schistes noirâtres feuilletés, qui séparent les couches e^3 des grès d'Annot et qui, dans le bassin de l'Ubaye, ont été réunis au Flysch calcaire ». (W. Kilian et E. Haug).

Adunque: 1° i *grès d'Annot* passano lateralmente al *Flysch arenaceo*; 2° questo ultimo è difficile da separare dal *Flysch ad Helminthoida* e pare anche dal *Flysch noir.* Cioè i *grès* suddetti sono difficilmente saparabili da due formazioni che sono poste senza esitazione nell'Eocene. E se essi ne sono stati separati dai colleghi, attribuendoli un po' dubitativamente all'Oligocene, lo si dovrà a molte cause locali: anzitutto la tettonica complicata dalle numerose linee di contatto anormali; secondariamente le diverse *facies* dei terreni autoctoni e carreggiati; e in terzo luogo le forme assai meno tipiche dei diversi membri dell'Eocene ed i loro frequenti passaggi laterali, nonchè la costanza, almeno apparente, dei caratteri litologici delle formazioni arenacee, sebbene appartenenti ad orizzonti diversi.

Ad ogni modo, la importanza dei fatti chiaramente esposti nella suddetta notizia esplicativa non può sfuggire a nessuno, perchè essi dimostrano all'evidenza che l'età oligocenica dei *grès d'Annot* è lungi dall'essere dimostrata, non solo, ma anche dal rappresentare una ipotesi avente un serio fondamento nella concordanza delle osservazioni fatte nelle diverse regioni.

Ad esempio nel foglio di Larche sono indicate varie masse di *grès d'Annot* in pieno flysch ad *Helminthoida*, la più importante delle quali costituisce la *Crête de Rofre* e l'aspra *Côte de la Dayère*, scendente all'Ubayette, sopra Mayronne. La sua posizione è molto interessante, sia che essa rappresenti una *facies* locale arenacea del flysch suddetto, analogamente a quanto si osserva a sud-est del Colle di Tenda, ovvero che rappresenti invece una massa dalle arenarie inferiori, ivi portate per gioco di fratture e ricoprimenti.

Altri punti nei quali il flysch ad *Helminthoida* sembra sovrapporsi ad una enorme massa di flysch, indicato nelle carte come *flysch noir* è nel gruppo montuoso compreso fra le valli del Drac e della Duranza, fra Orcière e Embrun. In verità i grandi ricoprimenti riconosciuti ultimamente comprenderebbero tutto questo gruppo, cosicchè delle osservazioni di Carlo Lory, che ha sospettato il fenomeno in una regione limitata, e che era lungi dall' immaginarne la grande estensione (1), si può soltanto tener ora conto fino ad un certo punto, specialmente per ciò che riguarda la sovrapposizione di una massa rocciosa ad un'altra; come per esempio della sovrapposizione di tutta la serie del bacino di Orcière ai *grès mouchetès* del gruppo di Chaillol a nord della valle del Drac, ora che, appunto fra i suoi due versanti è indicata una importante linea di frattura. Ma noi dobbiamo tuttavia considerarle nel loro pieno valore, quando si tratti di dati di fatto, o quando le osservazioni si accordino colle indicazioni delle carte, disegnate dopo il riconoscimento di quei ricoprimenti.

Nel gruppo montuoso di Orcières fra le valli del Drac e della Duranza, Carlo Lory descrive una formazione *à myrianites*, che (penso essere una cosa sola col *flysch à Helmynthoïdes*), la quale egli riconosce, in una traversata da Orcières a Embrun, come sovrapposta alla enorme massa *flysch noir* del bacino di Orcière, costituendo, con strati nell'insieme orizzontali, il Colle delle Torrette e tutte le altre cime del gruppo, il Mourrefroid (2992 m.) secondo Lory stesso e tutte le altre cime secondo Rozet (2).

---

(1) Sulla cresta della Cavalla, dove « les couches de grès semblent s'enfoncer sous cette masse et la supporter de toute part »; e altrove « cette crête de la Cavale serait donc un lambeau de calcaire oxfordien, qui, au premier abord, semble reposer sur les grès nummulitique (op. cit., p. 474). E più oltre il Lory tenta di spiegare la posizione singolare dei calcari della cresta della Cavalla e di Soleil-Biou « par une dislocation locale, une poussée, qui aurait fait apparaitre, dans une déchirure des grès supérieur, un lambeau de calcaire oxfordien, entrainant avec lui les couches inférieures du dépôt tertiaire qui l'avait recouvert » (Description géologique du Dauphinè, p. 478).

(2) *Description gèologique du Dauphinè* (p. 481) « Ou reconnait ainsi que toutes les assises nummulitiques dont nous avons donnè le détail, y compris celle des *grès mouchetès* (si sa ora che sono separati invece da una linea di ricoprimento) s'enfoncent à l'est, sous *une enorme* épaisseur de grès alternant avec des assises d'ardoises, des schistes noirs charbonneux, des chistes argilo-calcaires et de calcaires compactes d'un gris foncé. Ces assises variées forment tout le bassin d'Orcière, et ont une épaisseur totale de plus de 1000 mètres; elles paraissent déporvues de fossiles (questo è il flysch noir); dans les sommets les plus élevés, elle sont couronnées, en dernier lieu, par une assise de calcaires gris, en bancs

Ora nella carta geologica del foglio di Gap, il flysch noir di Orcière è indicato come eocenico, ed una formazione segnata come *grès d'Annot* (Oligocene) molto potente e sviluppata, in cui sono modellati appunto il Col de Tourette, il Mourrefroid e tutte le altre cime del gruppo, ma scendente anche molto in basso, dovrebbe comprendere la formazione superiore a *myrianites* (*Helminthoida*) di cui parla Carlo Lory, e una parte importante (forse quella prevalentemente arenacea) della formazione inferiore di Orcières, descritta da questo geologo.

Orbene, se i *grès mouchetés* potessero di fatto considerarsi come gli equivalenti di questi del gruppo di Orcière, come appunto è indicato nel foglio di Gap, noi avremmo qui una bellissima dimostrazione che tutti questi *grès* sono subordinati a degli strati di calcari grigi con *Helminthoida*, di cui sono costituite appunto tutte le alte cime: Mourrefroid suddetta e le altre, Diablèe, Les Barles, Antoue Roc-Blanc, Deux Piniers, Diolon, Rocheclaire ecc., ovvero ne rappresentano una *facies* laterale come nel bacino di San Remo. Questo, degli intimi rapporti, nel gruppo di Orcière, di calcari con *Helminthoida* con una formazione arenacea, indicata come *grès d'Annot*, è un fatto importante, che bisognerà riesaminare alla luce delle grandi complicazioni tettoniche riconosciute in quel gruppo da E. Haug. (Bull. Serv. etc., Campagne 1899).

Un' altra località dove i *grès* di Annot, secondo una gentile informazione di W. Kilian, sembrano strettamente legati col flysch ad *Helminthoida* è il vallone di Couleau, presso Chateauroux, nelle Alte Alpi, ma anche qui qualcuno potrebbe osservare che non è completamente esclusa la possibilità che quei rapporti siano dovuti a complicazioni tettoniche.

---

peu épais, alternant avec des marnes feuilletées et avec des grès grisâtres, qui jaunissent à l'air. Ces calcaires, surtout ceux qui ont une structure du peu feuilletée, contiènnent beaucoup d'empreintes sinueuses festonnées, ressemblant à celles que produiraient des annélides diversement enroulées : ces empreintes, dont l'origine est inconnue, ont été désignées par M. Rozet sous le nom de *myrianites*.

In una regione molto lontana dall'Ubaye un punto che merita un particolare esame è quello dei dintorni di Mentone, il cui bacino terziario è separato da pochi chilometri dal Nummulitico della Mortola, estremo lembo sud-occidentale del bacino di San Remo, come si può vedere d'un colpo d'occhio dalla carta geologica al 400.000, e dalle annesse cartine delle tavole I e II.

Del bacino di Mentone una piccola porzione cade nel foglio di Pont St. Louis e il resto nel foglio di Nizza. Nella leggenda di quel primo foglio, rilevato dall' ing. Poitier nel 1889, sono distinti tre termini e^3, e^2, e^1, così descritti nella notizia esplicativa:

e^3. Les *Grès de Menton* forment la partie supérieure de l'étage éocène dans la région . . . . ils renferment quelques débris de bois fossiles à la surface de séparation des grès et des schistes; au toit de ces derniers, on rencontre les empreintes designées sous le nom de *Chondrites*.

e^2. Ces grès, schisteux vers la base, reposent immediatement dans le vallon de Garavan sur des *Marnes* incohérentes, bleuâtres à l'extérieur, brunes à l'intérieur, prolongement de celles qui renferment la *Rotulina spirulea* et de nombreuses *Orbitoïdes* sur la feuille voisinè (Nice).

e^1. Celles-ci reposent à leur tour sur des *calcaires* bleuâtres à l'intérieur et jaunes à l'extérieur, dont la base est formée par un gros banc très-solide, exploité comme pierre de taille à la Mortola et comme pierre è chaux près de la Pointe-Commune: ce banc renferme en grande abondance la *Nummulites perforata* et des *Assilines*.

Les marnes e^2 passent insensiblement aux grès supérieurs e^3, et aux bancs calcaires inférieurs e_1; l'apparition des Orbitoïdes en caractérise la base; tandis qu'elles sont développées près de Menton, et encore plus, à l'ovest de la feuille, elles sont très amincies à la Mortola; elle sont bien caracterisées dans le petit bassin qui se termine au sud à Saint-Michel (bacino sinclinale di Piena), mais elles n'existent plus sur la Roja en aval d'Airole, ni aux environs de la Tête d'Alpe (Alta Valle Nervia); les bancs qui surmontent immediatement les couches à *Nummulites perforata* sont déjà gréseux ».

Da queste notizie è lecito dedurre che, secondo il Poitier, il quale aveva visitato e rilevato in parte la valle Roja, i *grès de Menton* sarebbero in questa valle rappresentati dal 2° termine della nostra serie, nella quale esclusivamente sono scavati la valle suddetta e il versante destro dell'adiacente valle Nervia. Tutto al più la indicazione delle *Chondrites* nei *grès* stessi, potrebbe far nascere il sospetto che essi rappresentino invece il 3° termine, cioè la zona ad *Helminthoida labyrinthica*, la cui parte inferiore, come si è detto, è essenzialmente costituita da arenarie grossolane, poco coerenti a Vallecrosia e nei pressi di Bordighera; però la mancanza delle *Helminthoida* ci fa ritenere che la corrispondenza di quei *grès* stia invece, come pensava Poitier, col flysch soprastante alla zona marnosa che ricopre gli strati a *N. Perforatus* alla Mortola, nella regione collinosa che sta a nord, nella Valle Roja, e particolarmente nella conca sinclinale di Piena.

D'altra parte un noto profilo della Pallarea, la cui ricca fauna è ora riconosciuta auversiana da J. Boussac, mostra che gli strati fossiliferi, potenti poco più di 100 metri, sono ricoperti subito da una alternanza di arenarie e di scisti senza fossili, che certo corrispondono al flysch del bacino di San Remo.

La parte restante del bacino di Mentone, compresa nel foglio di *Nice* è stato sommariamente illustrata, sempre colla stessa diligenza, da Léon Bertrand nel lavoro citato avanti (1), dove sono dati alcuni profili, nella cui leggenda sono distinti i *grès*, le marne a *Serpula spirulea* ed i calcari a *Nummulites perforatus*.

Una importante frattura, diretta N.N.O.–S.S.E. passante per Castelar dal lato di ponente fa riscontro a quelle da me distinte nei dintorni di Mortola a levante della cresta di confine.

Bisogna inoltre notare che la corrispondenza dei *grès* di Mentone e di quelli dell'area sinclinale del Paglione e dell'Aution, comprendente le classiche località fossillifere della Pallarea e di Escarena, col flysch della Valle Roja è stato documentato da Léon Bertrand con una cartina geologica annessa al resoconto della campagna geologica del 1898, cosicchè su questo punto io mi trovo in pieno accordo col mio amico e collega, che ha illustrato in modo completo e con tanta precisione le Alpi Marittime, nel versante marino del Mercantour.

---

(1) Bull. d. Serv. etc., n. 69, p. 87.

Ora è interessante notare come le sopra indicate remote osservazioni di Potier e quelle meno antiche di L. Bertrand, collimanti tutte colle mie, sono chiaramente confermate da quelle recenti di J. Boussac. Infatti questo geologo è indotto a ritenere come prioboniane le formazioni scistoso–marnose con banchi di arenarie soprastanti alle marne sabbiose micacee (probabilmente auversiane) le quali ricoprono il Luteziano Superiore nelle pieghe della Mortola, nei dintorni di Sospello e alla Cima del Bosc, all'orlo settentrionale della conca sinclinale di Piena, conca indicata nelle tavole I e II annesse al presente lavoro (Etudes strat., p. 83–87).

Il Boussac dice anzi di trovarsi per questi punti in disaccordo con L. Bertrand (id., p. 86), perchè questi ha considerato il flysch di Sospello come una *facies* laterale dei *grès d'Annot*. Però convien subito notare che le osservazioni di fatto dei due geologi, in apparenza contraddittorie, sono in realtà pienamente concordanti: il flysch della Mortola e dei profili di Sospello e della Cima del Bosc corrisponde indubbiamente, e in ciò L. Bertrand non poteva certo ingannarsi, quale *facies* laterale, ai *grès* del gruppo dell' Aution e del Tournairet e quindi a quelli di Annot; e non è certo meno vero che quel flysch equivalga al flysch (auversiano e priaboniano) soprastante al banco nummulitico nei profili del Riofreddo, del Colle di Tenda e di Valdieri, come bene intravvide il Boussac (l. c. p. 86-87); ma, naturalmente, perchè l'accordo dei fatti si riveli anche nelle parole, bisogna togliere alle parole *grès d'Annot* ogni significato che non sia con tutta certezza acquisito. E l'accordo sarà completo quando si supponga che quei *grès* anzichè lattorfiani siano priaboniani.

L'età priaboniana dei *grès d'Annot* apparirà assiomatica dopo le citate affermazioni di L. Bertrand e di J. Boussac sulle equivalenze stratigrafiche rispettivamente di quei *grès* e del flysch priaboniano del Rio Freddo, del Colle di Tenda ecc., col flysch di Sospello: due formazioni equivalenti stratigraficamente ad una terza sono stratigraficamente equivalenti fra di loro.

Nell'elenco di profili indicati dal Boussac, il cui flysch corrisponderebbe a quello di Sospello e di Cima del Bosc, fra quello del Colle di Tenda e quello dei pressi di Valdieri, egli ha dimenticato quello omologo, ad essi interposto, della Valle Grande di Vernante, dove, a luogo del flysch, havvi uno sviluppo particolare di arenarie, attribuite, come si vide, dall'Autore al lattorfiano. All'egregio collega, che tanto si è avvicinato in queste osservazioni sui dintorni di Mortola, di Sospello e della Cima del Bosc, alla verità, non sarebbe forse sfuggita la visione completa di essa, se egli avesse avuto un concetto meno rigido sull'essenza di orizzonte di quel tipo di arenarie.

Noi siamo così giunti ancora per un'altra via, e necessariamente, alla ipotesi della età priaboniana delle arenarie inferiori, comprendenti quelle di Pourriac, del Lausanier, di Annot e di Mentone, la quale si mostra così sempre più fondata in quanto che: *solo con essa si riesce ad armonizzare le molteplici osservazioni fatte dai geologi tutto attorno al Mercantour*, sempre mantenendo tutto il loro valore ai dati paleontologici sicuri, quali l'età priaboniana delle marne a *Serpula spirulea* e quella auversiana sia del banco nummulitico del Lausanier, che delle marne soprastanti al Luteziano della Mortola, di Sospello, ecc.

La continuità stratigrafica fra le marne ed i soprastanti *grès de Menton*, riconosciuta da Potier e da L. Bertrand, la corrispondenza da essi e da J. Boussac affermata, fra questi e la formazione arenacea nella sinclinale di Piena in Valle Roja, sopra San Michele, e la posizione analoga della formazione della Mortola e di quella del bacino di Mentone, ai due lati e a poca distanza, della zona secondaria di confine, a struttura anticlinale, paionmi qui pure argomenti sufficientissimi per dimostrare che noi abbiamo al di là del confine lo stesso terreno eocenico che abbiamo al di quà; e che non havvi alcuna ragione per supporre che l'Oligocene possa avere così grande sviluppo a Mentone, e negli altri lembi più a nord, dove passa al flysch, mentre di esso non esiste traccia nell'adiacente ampio bacino di San Remo, *dove la prosecuzione di quello stesso flysch è invece certamente eocenica*, e, più precisamente, priaboniana.

Un colpo d'occhio alle carte geologiche d'insieme più volte citate, francese ad 1:1.000.000, e italiana al 100.000 e al profilo della fig. 4, tav. III, ottenuto combinando un profilo di Léon Bertrand (1902, tav. XLII, fig. 12) con uno mio (1894, fig. 2), è sufficiente a dimostrare come i grès di Mentone debbano corrispondere ad una parte del flysch soprastante al banco nummulitico di Valle Roja: o tutto al più, per dannata ipotesi, alle arenarie grossolane di Valle Crosia e Bordighera, più simili per tipo litologico, ma molto alte nella serie eocenica: e che, in ogni caso, date le condizioni stratigrafiche, topografiche ed altimetriche rivelate dalle carte e dal profilo suddetti, sia inammissibile l'attribuzione delle arenarie di Mentone all'Oligocene, mentre questo non è menomamente rappresentato nell'ampio bacino di San Remo; nel quale, per di più, la serie eocenica è profondamente inabissata fra Ospedaletti e Capo Mele, dove appunto affiora la parte più alta della zona ad *Helminthoida* e quindi dell'Eocene.

Le differenze nella costituzione litologica delle serie nelle due regioni può essere facilmente spiegata colla notoria preesistenza della anticlinale secondaria post-cretacea, dei cui terreni giuresi infatti sono numerosissimi blocchi nelle puddinghe, costituenti la base del banco nummulitico autoctono, ad essa addossato dal lato di levante.

Ma oltre che nella bellissima conca sinclinale di Piena, una formazione marnosa si osserva in diversi punti, sul banco a grandi Nummuliti, come fra Realdo, Cima di Marta, M. Ceriana, ecc., ricca in Nummuliti, Ortofragmine, gasteropodi, lamellibranchi, ecc., che vedemmo essere probabilmente auversiana, ed un'altra è intercalata nella parte inferiore del flisch priaboniano, come presso Trucco, nella bassa Valle Roja. Questi fatti dimostrano appunto viemeglio la corrispondenza delle serie di Mentone, della Mortola, di Sospello e di Piena con quelle tipiche le quali, nel bacino di San Remo, sottostanno chiaramente alla zona ad *Helminthoida*.

Dai risultati di questo rapido sguardo, gettato sulle regioni oltre confine, colla scorta dei lavori e delle carte dei colleghi francesi, io posso ritenermi molto soddisfatto, perchè essi oltrepassarono di non poco le mie speranze. Difatti se era già per me di una grande importanza il constatare che nelle regioni oltre confine non esistono fatti che contraddicano, e tanto meno che possano avere valore di argomenti perentori, da opporre ai fatti invece molto chiari che si osservano nel bacino di San Remo, il quale perciò viene ad assumere una grande importanza per l'ulteriore studio della serie eocenica di tutte le Alpi marittime e dell'Appennino ligure, l'aver inoltre riconosciuto che molte osservazioni di fatti, di cui alcuni importantissimi, sono in pieno accordo col mio ordine di idee, mi induce a sperare che sopra di esse si possa basare una discussione, che condurrà ad un prossimo, completo accordo fra i geologi.

Intanto dalle osservazioni fatte da Carlo Lory, W. Kilian e E. Haug nelle regioni ad occidente del Mercantour e in quelle estendentisi fra questo ed il Pelvoux si può dedurre: (1)

1° La esistenza di *grès* simili a quelli di Annot, ma appartenenti ad un orizzonte superiore;

2° La probabilità che una parte di questi *grès* superiori siano legati al flysch ad *Helminthoida*, di cui rappresenterebbero una *facies* laterale.

Inoltre dal coordinamento delle osservazioni mie con quelle dei Kilian, Haug, L. Bertrand e dal predecessore di quest'ultimo, Ing. Potier, nello studio del Nizzardo, risultano della più chiara evidenza questi fatti:

1° Le arenarie tipo Annot e simili si mostrano a diversi livelli della serie eocenica, che affiora in ampie regioni attorno al Mercantour, cosicchè esse costituiscono una *facies litologica* laterale di terreni diversi e non un determinato orizzonte geologico.

2° Le arenarie di Annot dall'alta Tinea proseguono al Lausanier, e di qui, attraverso il confine, lungo la Valle Stura, e si sovrappongono in identiche o molto analoghe condizioni, colà alle marne priaboniane, quivi al banco nummulitico (auversiano o priaboniano) rappresentato da calcari più o meno arenacei.

---

(1) l. c. C. Rendus d. Collaborateurs. Campagne 1898, p. 99.

3° Quelle stesse arenarie, nel gruppo del Tournairet, si collegano verso sud colle arenarie di Mentone e verso levante passano ad una facies mista di arenarie e di flysch, quindi al solo flysch fra la Vesubia e la media valle Roja.

4° In modo analogo le belle arenarie di Pourriac, direttamente collegate con quelle del Lausanier, passano a forme meno tipiche a Servagno e più a sud-est, poi a semplice flysch presso Valdieri; la formazione è di nuovo prevalentemente arenacea per breve tratto nella serie autoctona della Valle Grande di Vernante; poi passa ad una forma mista di flysch, presentante molte intercalazioni di arenarie, attraverso alla depressione del Colle di Tenda; quindi è costituita essenzialmente da flysch nelle valli Nervia e Argentina e nella media e bassa valle Roja, dove si ricollega col flysch della Bevera e della Vesubia e, con passaggi laterali, ai *grès* di Mentone e del Tournairet.

Questi fatti hanno un significato molto chiaro ed incontrovertibile, ed è che nella maggior parte delle suddette regioni che circondano completamente il Mercantour, noi siamo sempre in presenza di una stessa formazione, in qualche punto sabbiosa, in altri esclusivamente o prevalentemente arenacea, con tutte le sue forme di transizione al flysch, sì nel senso orizzontale che in quello verticale, che, cioè, *noi siamo in presenza del 2° termine della serie eocenica del bacino di San Remo, il quale termine è sovrapposto al banco nummulitico basale, o all'Auversiano, dove questo è rappresentato, e sottostà alla zona ad Helminthoida*, laddove questa non sia stata abrasa per azioni tettoniche od erosa dagli agenti esterni.

Questa conclusione, che è indipendente dall'accoglimento più o meno completo dell'ipotesi Boussac, è sostanzialmente ammessa da questo geologo, quando egli nei saggi di ricostituzione paleogeografica, rappresenta il Mercantour come un' isola in mezzo al mare in cui si deposero i *grès* di Annot, nelle tavole XIX e XX, allegate al suo grande lavoro. Tale ammissione, per ineluttabilità logica, da parte del geologo che solo forse, dopo il Pareto e il Sismonda, abbia avuto la fortuna di studiare da tutti i lati del Mercantour i terreni terziari che lo circondano, viene anzi a suffragare il concetto della continuità e della corrispondenza fra i *grès* di Annot ed una parte delle formazioni terziarie del bacino di San Remo ; però siccome noi abbiamo dimostrato che ivi queste formazioni sono tutte più antiche dell'Oligocene, così noi dobbiamo dedurre, ancora questa volta, che anche quei *grès* debbono essere ante-oligocenici.

E qui posso aggiungere qualcosa di più, ed è che nel grande lavoro di J. Boussac, sotto altri riguardi tanto documentato e dimostrativo, io non ho trovato nessun argomento stratigrafico o paleontologico che dimostri perentoriamente che i *grès d'Annot*, soprastanti mediatamente al banco nummulitico basale, siano oligocenici. Lo stesso profilo di Annot (l. c., p. 118), quelli del Lauset, del Lausanier, di Servagno e della Valle di Vernante, ecc., paionmi dimostrare semplicemente questo: che quei *grès* sono posteriori a degli strati contenenti fossili auversiani o al più priaboniani.

Orbene, allo stesso modo in cui, nell' Eocene del bacino di San Remo, al di sopra di strati priaboniani secondo Boussac, vi è posto per tutta la formazione ad *Helminthoida*, potente non meno di 500 metri, così non havvi ragione per negare che lo stesso possa verificarsi per i suddetti famosi *grès*. E se si pensa alle enormi potenze che può prendere, in condizioni propizie (1) in vicinanza della spiaggia, una formazione arenacea, in un periodo di tempo relativamente breve, *non parrà inverosimile che sul banco nummulitico auversiano-priaboniano dell'Ubaye e dell'Alta valle Stura trovi posto, oltre ai « grès d'Annot » anche il « flysch à Helminthoïdes »*.

Così allo schema stratigrafico dato dal Boussac, a pag. 72 del suo noto lavoro, io sostituirei quello della fig. 4 della tav. IV, la cui leggenda è a pag. 333.

---

(1) È noto come le formazioni arenacee siano presso la spiaggia molto più potenti che ad una certa distanza da essa, tanto più quando gli elementi sono forniti da un massiccio elevato vicino alla costa stessa, come nel caso nostro è provato dai frequenti banchi di puddinghe. Tipico esempio è fornito dai *grès mouchetès* equivalenti dei grès d'Annot, i cui strati, nel gruppo di Chaillol, sono appoggiati contro il massiccio cristallino del Pelvoux, e che ivi hanno, secondo Carlo Lory, una potenza di 800 metri.

Le considerazioni sintetiche, quali sono suggerite dall'esame delle carte geologiche al 400.000 ed al 1.000.000 per tutta la vasta regione dalle Basse Alpi alle Alpi Marittime, che sono state esposte in principio di questo capitolo, collimano adunque esattamente coi risultati delle osservazioni analitiche che siamo venuti facendo, e si accordano armonicamente per *farci ritenere non solo come eocenici i « grès d'Annot » ed il flysch a cui essi passano lateralmente e superiormente, ma per di più nel dimostrarci che una parte di essi corrisponde precisamente alla parte media e superiore di quella potente e continua zona di flysch, passante a luoghi alle formazioni miste di arenarie e flysch od anche essenzialmente di arenaire, la quale, nel bacino di San Remo, è sicuramente e chiaramente interposta fra il banco nummulitico basale e la zona ad « Helminthoida labyrinthica »*.

Questa conclusione, che non ci sembra prematura, può tuttavia essere ancora rafforzata da altri argomenti, che passiamo ad esaminare.

SUPPOSTO SINCRONISMO DEI « GRÈS D'ANNOT » E DEI « GRÈS DE TAVEYANNAZ » RISPETTIVAMENTE COLL' OLIGOCENE DELLE ZONE ESTERNE DI CASTELLANE E DI DÉSERT.

Una prova che i *grès d'Annot* siano lattorfiani la si avrebbe quando si fosse dimostrata la loro corrispondenza coll'Oligocene della zona esterna, riccamente fossilifera, estendentesi, in zona interrotta, fra Castellane e il Dévouly, e analogamente per i *grès* di Taveyannaz rispetto all' Oligocene della zona esterna di Désert, presso Chambéry; ma tali corrispondenze non sono state dimostrate, anzi giustamente il Boussac afferma, che la parte superiore dell'Oligocene di Castellane deve essere considerata come posteriore ai vicini *grès d'Annot*. Egli scrive difatti a pag. 189-91 del suo lavoro: « On pourrait affirmer, avec de bonnes raisons à l'appui, que le banc de conglomerat à *Natica crassatina* est plus jeune que les grès d' Annot. On y trouve, a Barrême, des galets de roches vertes, de même que dans les bancs qui viennent au dessus on rencontre des galets de quartzites triasiques briançonnais, de jaspes rouges à Radiolaires, de roches vertes, de grès du flysch, toutes roches qui, au moment du dépôt des grès d'Annot, étaient sous le eaux. Le conglomérat de Barrème inaugure le régime stratigraphique de la mollasse, régime dû à la surrection, par productions des nappes, de la chaine alpine; ce phénomène est ici, comme en Ligurie, très-exactement daté entre le dépôt des grès d'Annot et celui des grès et conglomérats rupélien ».

Però, noi vedemmo che in Liguria il grande sollevamento alpino corrisponde all'alba dell'Oligocene inferiore o Lattorfiano, e non del Rupeliano; perciò, se vi è corrispondenza, come noi crediamo con Boussac, fra il movimento ligure e quello delle Basse Alpi, la tesi che sosteniamo sarà certamente vittoriosa.

Ora, dopo che Tournoüer ha dimostrato che fra la zona esterna fossilifera Castellane-Barrème-Tartonne e le serie di Annot e di Allons esiste bensì analogia di cicli litologici, ma nessuna corrispondenza cronologica dei singoli termini di tali cicli, e dopo che sulla ricca fauna delle marne di Allons il Boussac stesso non sa decidere se si tratti di Bartoniano o di Ludiano (l. c., p. 122), a me sembra che non si possa nemmeno ritenere come dimostrato che le arenarie, assolutamente prive di fossili, soprastanti a queste marne, e che sono appunto i *grès d'Annot*, siano oligoceniche e corrispondano precisamente all'Oligocene inferiore della zona di Castellane.

Il signor Boussac considera i depositi oligocenici della zona esterna Castellane-Tartonne, ecc., come il risultato della massima ingressione, verso ponente, del mare della geo-sinclinale assiale alpina o interalpina, nel quale si depositarono i *grès d'Annot*; ma ad una tale ipotesi si possono fare alcune serie obbiezioni.

1° La prima è quella delle differenze tanto profonde che si avrebbero a così breve distanza fra quell'Oligocene inferiore e i *grès de Annot*, se fossero depositi contemporanei, mentre questi hanno invece una grande e meravigliosa costanza di caratteri sopra grandi estensioni in senso orizzontale e verticalmente, dal banco nummulitico luteziano alla zona ad *Helminthoida*, in tutte le regioni attorno al Mercantour; differenze litologiche non solo ma più ancora paleontologiche, pel contrasto di due formazioni di cui una è ricca e l'altra può dirsi ovunque, e sopra tutta la sua estensione enorme, assolutamente priva di fossili. E ciò mentre vi sono invece molte analogie fra quell'Oligocene e quello lontanissimo dell'Appennino ligure, che pure non rassomiglia per nulla alle formazioni calcaree che ricopre in trasgressione ed a quelle arenacee dell'Eocene del bacino di San Remo, il quale è inoltre molto più metamorfico, come appunto lo sono generalmente i *grès d'Annot.*

2° Una seconda grande difficoltà è quella di ammettere che tutta l'area coperta da questi *grès* abbia potuto esondarsi fino quasi al limite di quella zona oligocenica esterna, producendo solo i mutamenti litologici relativamente leggeri, quali si notano nei depositi fra la parte inferiore sannoisiana e quella rupeliana superiore; mentre sono noti i forti contrasti litologici e tettonici che esistono in Liguria fra la formazione eocenica ripiegata e profondamente erosa e quella ad andamenti tranquilli dell'Oligocene. E tanto meno sono spiegabili quei rapporti fra Sannoisiano e Rupeliano, quando si rifletta che, secondo le idee di Boussac, quel primo terreno dovrebbe rappresentare *la massima ingressione verso sud-ovest, ossia l'ultimo deposito del mare nummulitico* interalpino, il quale circuiva il Mercantour, mentre il secondo di quei terreni dovrebbe costituire il primo deposito, naturalmente trasgressivo, del mare esterno in cui doveva deporsi più tardi la mollassa, mare formatosi in seguito all'esondazione di tutta l'area di deposito dei *grès d'Annot*, all'orlo esterno della catena alpina, individuata e plasmata da quel sollevamento.

Ho voluto chiarire questa discussione con dei profili schematici i quali, nella figura 4, rappresentano, i due primi la ipotesi di J. Boussac, del deposito dei *grès d'Annot* nel mare lattorfiano e del sollevamento post-lattorfiano delle Alpi, e gli altri due la mia ipotesi, secondo cui il deposito dei suddetti *grès* avvenne nel mare eocenico, ed il sollevamento delle Alpi è post-eocenico (post-ludiano).

Una tale *doppia inversione di regime*, da marino a terrestre della regione coperta dal mare che terminava alla zona di Castellane, e da terrestre a marino della regione continentale di cui questa costituiva la zona litoranea sud-occidentale, doppia inversione la quale avrebbe dovuto prodursi con una rotazione, avente il fulcro appunto nelle vicinanze della zona di Castellane, doveva forse essere in essa sentita in modo assai più intenso, che non lo facciano supporre i rapporti stratigrafici e paleontologici fra Sannoisiano e Rupeliano descritti da J. Boussac.

D'altra parte vien naturale di supporre che questi depositi molto analoghi, benchè separati da una trasgressione, siansi prodotti nello stesso mare, che non fosse quello in cui si deposero i *grès d'Annot*, tanto diversi sotto tutti i riguardi.

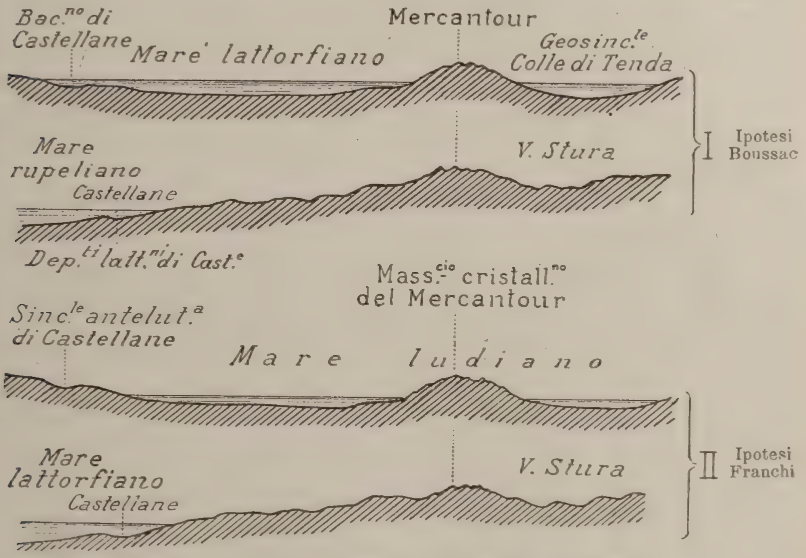

Bac.no di Castellane
Mare lattorfiano
Mercantour
Geosinc.le Colle di Tenda
Mare rupeliano
Castellane
V. Stura
Dep.ti latt.ni di Cast.e
I Ipotesi Boussac
Mass.cio cristall.no del Mercantour
Sinc.le antelut.a di Castellane
Mare ludiano
Mare lattorfiano
Castellane
V. Stura
II Ipotesi Franchi

Fig. 4. — Schemi di profili paleo-topografici, esprimenti:

I. — L'ipotesi Boussac: Deposito del Lattorfiano di Castellane nel mare della geosinclinale interalpina, contemporaneamente ai *grès d'Annot* — Sollevamento alpino post-lattorfiano — Deposito, nel mare esterno, del Rupeliano sul Lattorfiano suddetto, depositato dal mare interno.

II. — L'ipotesi Franchi: Deposito dei varî orizzonti di arenarie del tipo dei *grès d'Annot*, di cui il superiore è ludiano, nel mare della geosinclinale eocenica interalpina, il quale non arriva a Castellane — Sollevamento alpino post-eocenico — Deposito successivo, nel mare esterno, del Lattorfiano, del Rupeliano e quindi delle Mollasse di Castellane.

Quelle due forti obbiezioni sarebbero subito tolte di mezzo quando si ammettesse la ipotesi, o meglio, noi possiamo dire ormai la soluzione, dell'*età eocenica dei grès d'Annot*.

Per la prima obbiezione, quella delle grandi differenze litologiche e di metamorfismo e più ancora paleontologiche fra i *grès d'Annot* e l'Oligecene inferiore della zona di Castellane, una volta ammessa l'eocenicità dei *grès* e la loro esondazione anteriormente al deposito di quell'Oligocene, essa verrebbe subito a mancare, trattandosi in tal caso di depositi non solo di età diversa, ma avvenuti in mari completamente distinti, uno interno, l'altro esterno, uno anteriore, l'altro posteriore ad un grande corrugamento alpino e al conseguente sollevamento. E simili differenze corrisponderebbero precisamente a quelle che si osservano tra il complesso litologico dell' Eocene ripiegato del bacino di San Remo e dell'Appennino e l'Oligocene, che in quest'ultima regione lo ricopre in trasgressione, e i cui rispettivi depositi avvennero appunto in condizioni molto diverse ed in due distinti mari, anteriore l'uno, posteriore l'altro, al grande diastrofismo che mutò così profondamente i rapporti delle terre emerse, delle coste e dei mari; la fauna dei quali dovette subire conseguentemente delle variazioni profonde, sì nelle associazioni che nella distribuzione delle specie.

Uno studio locale ulteriore potrà permettere di decidere se questa ipotesi sia fondata, e di vedere cioè se il deposito dell'Oligocene inferiore della zona esterna sia avvenuto in un mare che si aprisse verso nord-est o si estendesse invece verso sud-ovest; intanto la distribuzione delle « *marne azzurre predominanti* » al lato di sud-ovest e delle « *marne con intercalazioni arenacee* » a quello nord-est, come indica il Boussac nel *saggio di ricostituzione paleo-geografica del mare lattorfiano* (tavola XX), dimostrerebbe appunto che quei depositi si son effettuati in un mare aperto verso sud-ovest, conformemente alla sopra enunciata mia ipotesi.

Così per la seconda obiezione, considerati eocenici i *grès* d'Annot e anteoligocenica la esondazione di essi, tutti i depositi dell'Oligocene della zona esterna sarebbero avvenuti nello stesso mare esterno, costituitosi dopo quella esondazione, il che ci spiegherebbe naturalmente le differenze litologiche e faunistiche incomparabilmente minori, esistenti fra la parte inferiore sannoisiana e quella superiore rupeliana, di quelle che esistessero fra quella prima parte ed i *grès* d'Annot.

Secondo questa ipotesi, nel versante marino, fra Cadibona e Castellane, salvo la parte asportata dall'erosione, non esisterebbero depositi oligocenici, i quali starebbero invece al largo sotto il mare. La ispezione delle carte geologiche mostra d'altronde che se tali depositi si fossero effettuati in questo tratto, il bacino sinclinale di San Remo è certo quello dove essi avrebbero dovuto meglio essere sviluppati e risparmiati dall'erosione, a preferenza delle regioni alte a sud e ad occidente del massiccio gneissico dell'Argentera.

E un altro indizio che così stiano le cose è dato dal lembo di Elveziano, applicato contro il Permiano ed il Trias presso Finalmarina, dimostrante una forte trasgressione miocenica, la quale si ripete presso Nizza colle mollasse mioceniche di Vence, deposte trasgressivamente sopra vari orizzonti dell' Eocene medio, sopra il Cretaceo e sul Giurese, senza interposizione dei *grès d'Annot.*

PROBABILE ETÀ EOCENICA
DEI « GRÈS MOUCHETÈS », DEI « GRÈS DE TAVEYANNAZ », ECC.

Riconosciuta l'età eocenica dei grès del Lausanier, di Annot e di Mentone, si verrebbe automaticamente a riconoscere la pari età dei *grès mouchetès*, a cui essi presentano passaggi nella regione a Sud del Pelvoux, dove sono sviluppati con enormi potenze (800 m. secondo C. Lory) nei gruppi di Chaillol e di Méollion, e presentano caratteri litologici speciali (frequenza di elementi di roccie andesitiche); e potrebbe subito essere posta la questione pei *grès de Taveyannaz* e pei *grès du flysch* e pel *flysch*, di tanto nota importanza nel Nummulitico dell'Alta Savoia e della Svizzera orientale, nelle serie autoctone ed in quelle carreggiate; dove, con impressionanti analogie, che giustificano la corrispondenza cronologica da molti accettata, con quello che si è osservato nel Nummulitico della regione circuente la estremità sud-est del Mercantour, quelle diverse forme si sostituiscono lateralmente e verticalmente l'una all'altra sopra enormi potenze.

L'età di questi *grès*, che pure si sovrappongono al Nummulitico fossilifero, e passano, come dissi, a vari tipi di flysch, è ancora poco sicura, tanto che l'abbiamo veduta attribuire da alcuni al Luteziano e da altri al Lattorfiano.

Arnold Heim nella sua grande e recente opera *Die nummuliten- und Flischbildungen der Schweizeralpen* (1) era giunto ad attribuire ai *grès* di Taveyannaz l'età luteziana, come risulta in modo chiaro dai profili e dalla tabella riassuntiva a pag. 140; ma il Boussac ha dimostrato, con argomenti stratigrafici, che nei profili sui quali si era basato lo Heim la serie nummulitica era rovesciata, e che perciò i grès suddetti ed il flysch a cui essi passano, nonchè quelli di Altdorf, sono posteriori e non anteriori agli strati a *N. Fabianii* a cui erano realmente, in diversi profili, sottoposti. Del rovesciamento della serie si è avuta una valida conferma col ritrovamento di un blocco di calcare a ricca fauna luteziana entro ai *grès* di Altdorf, fatto dal Boussac, il quale così ne parla (pag. 376) : Nous avions admis jusqu' ici l'âge priabonien supérieur ou oligocène des grès du flysch ou de Taveyannaz par simple analogie avec les successions normales que nous connaissions, mais aucun argument direct ne nous prouvait que ces grès du flysch fussent plus récents que le Lutétien qui les surmonte. La découverte dans ces grès de galets de Lutétien supérieur, appartenant à un faciès étranger à la Suisse, en nous démontrant péremptoirement que les grès du flysch sont beaucoup plus récents que le Lutétien, apporte une confirmation inattendue et décisive à l'hypothèse du flanc renversé ». Queste deduzioni sono pienamente giustificate, ma la scoperta di questo blocco non è tuttavia sufficiente per dimostrare che i grès che lo includevano siano oligocenici anzichè priaboniani ; tanto più trattandosi di materiale estraneo alla Svizzera e che può provenire da una zona tettonica, dove siano avvenuti movimenti immediatamente post-luteziani. Tanto meno esso varrebbe poi a dimostrare l'età oligocenica di tutta la grande massa dei grès di Taveyannaz, i quali sono un po' più profondi di quelli di Altdorf.

Cosicchè, l'età eocenica dei *grès mouchetès*, tanto prossimi a quelli di Annot e dei lontani *grès de Taveyannaz* e dei *grès du flysch*, coi quali presentano frequenti passaggi, analogamente a quelli che abbiamo notati fra le arenarie ed il flysch attorno al massiccio dell'Argentera, età che nessun dato permetteva di escludere, appare ora, pel criterio di analogia, molto probabile; e lo stesso si potrà dire probabilmente ancora pei *grès de Altdorf*, che sono a quelli un po' superiori, e che presso Altdort hanno una potenza da 1000 a 2000 m. (1).

---

(1) Abhand. et Schweiz. paläontol. Gesell., vol. XXXV, 1908.

A così grande distanza sarebbe assurdo il pretendere di stabilire una corrispondenza fra i *grès* di Altdorf colle nostre *arenarie superiori* e dei *grès* di Taveyannaz colle *arenarie inferiori*, ma una certa analogia nei due complessi scistoso-arenacei è manifesta, ed uno studio comparativo potrà riuscire molto interessante.

EPOCA DEI RICOPRIMENTI DEL COLLE DI TENDA E DELL'UBAYE.

Come corollario delle precedenti osservazioni, noi possiamo ora prendere in esame l'epoca in cui avvennero i carreggiamenti dell'Ubaye e le fratture ed i ricoprimenti delle regioni italiane delle valli Gesso, Vermenagna, del Colle di Tenda e delle valli Rio Freddo e Argentina, ricoprimenti e fratture che hanno fra loro un legame indiscutibile, stabilito dalla continuità di grandi linee di contatto anormale. Si tratta di linee di frattura e falde di ricoprimento multiple, le quali non saranno avvenute contemporaneamente, ma probabilmente in un periodo di tempo geologicamente ristretto; di questo noi potremo al più stabilire un limite superiore, deducendolo dall'età del più giovane terreno incluso fra le masse carreggiate.

E appunto, la presenza in queste di lembi non dubbi ed anche importanti di *grès d'Annot* (1), non potrà più essere considerata come argomento per ritenere i carreggiamenti post-oligocenici. Ciò quando si consideri che nell'Appennino Settentrionale e nelle Alpi Marittime orientali o liguri, il grande *corrugamento* eogenico è certamente anteriore al deposito del Sannoisiano, e che non esistono argomenti per supporre che siansi posteriormente potuti verificare nell'Ubaye, più che al Colle di Tenda e nella Valle Argentina, dei carreggiamenti di masse dalla zona Colle di Tenda-Colle della Maddalena (*des Aiguilles d'Arves*); e che al contrario i depositi dell'Oligocene inferiore, ricoprenti le testate delle dolomie e delle quarziti del Trias nei dintorni di Mondovì (2), appartenenti alla retrostante *zona del Brianzonese*, non subirono nessun sensibile ripiegamento. E, certo, una indipendenza assoluta nei movimenti di quelle due zone tettoniche contigue parrà a tutti inammissibile; poichè, sia nel caso che le masse in ricoprimento provengano solo dalla zona Colle di Tenda-Colle della Maddalena (come pensa W. Kilian per la falda *des Séolanes*) (3), che nell'altro in cui esse abbiano la loro origine dalla zona retrostante e più interna sopradetta (come pensa invece E. Haug per la stessa falda), la gigantesca spinta verso l'esterno, atta a produrre quei movimenti di enormi masse rocciose, doveva sempre essere ricevuta dall'interno e trasmessa da questa ultima zona del Brianzonese, la quale perciò non avrebbe potuto non rimanerne potentemente influenzata, col costipamento delle primitive pieghe e col corrugamento della formazione oligocenica ad essa trasgressivamente sovrapposta.

---

(1) Il Sig. W. STAUB, nel suo bel lavoro « Geologische Beschreibung der Gebirge zwischen Schächental und Maderanertal im kanton Uri » (Beiträge der geologhischen Karte der Schweiz, neue folghe, XXXII lieferung, 1911) considera come eocenici non solo i *Taveyannazsandstein*, ma anche i soprastanti *Dachschiefer* e gli *Altdorfersandstein* (p. 49-51). Queste tre forme litologiche intimamente legate presentano frequenti e svariati passaggi fra loro.

Noi possiamo anzi andare oltre, ed invertire i termini del quesito, per dedurre direttamente il limite superiore possibile dell'età dei *grès d'Annot*, con un ragionamento molto semplice.

---

(1) W. Kilian: *Les phénomènes de charriage dans les Alpes delphino-provençales*; e E. Haug: *Les grands charriages de l'Embrunais et de l'Ubaye.* — Congrès Géol. Int., C. R., IX Sess., Vienne, 1903.

(2) D. Zaccagna. *Profilo attraverso le Alpi Marittime* nella carta della Liguria citata avanti e nel Boll. R. Com. Geol., 1897.

(3) E. Haug e W. Kilian. Bull. d. Serv. d. l. Carte geol. d. Fr., Comptes-rendus des Collaborateurs pour la campagne 1901 (nota alla pagina 153).

L'Oligocene, con stratificazione indisturbata, ricoprente in trasgressione le testate dei banchi del Trias e della zona delle pietre verdi rispettivamente, nei dintorni di Mondovì e nella media valle del Tanaro, dimostra chiaramente che le zone del Brianzonese e del Piemonte, cui appartengono quei terreni, non hanno subito nessun forte costipamento dopo quello ante-oligocenico (1).

Lo stesso ha dovuto necessariamente accadere nella adiacente zona più esterna Colle della Maddalena, Colle di Tenda, Valle Argentina (*des Arguilles d'Arves*); perciò le grandi fratture ed i ricoprimenti in essa osservati (Valle Argentina, Colle di Tenda, Ubaye), possono essere precisamente datati fra la fine dell'Eocene e l'alba dell' Oligocene.

Ora siccome le falde di ricoprimento dell'Ubaye comprendono lembi di flysch ad *Helminthoida* e di *grès d'Annot*, nelle loro pieghe sinclinali (2), così questi *grès* sono, al pari di quel flysch, certamente più antichi dell'Oligocene.

SINCRONISMO FRA I « MOVIMENTI PIRENEANI » E QUELLI ALPINI.

I colossali corrugamenti che culminarono colla grandiosa manifestazione delle falde di ricoprimento dell'Ubaye e del Colle di Tenda, minore questa, ma certamente diminuita dall'erosione, debbono quindi corrispondere alle diverse fasi dell'ultimo grande diastrofismo, con cui sono stati intensamente ripiegati gli strati dell'Eocene, zona ad *Helminthoida* compresa, nelle Alpi Marittime e nell'Appennino ligure; e debbono corrispondere perciò al sollevamento dei Pirinei, che è appunto notoriamente ante-oligocenico. Le formazioni arenacee, con frequenti puddinghe, specialmente nel versante sud del Mercantour, incluse sotto il nome di *grès d'Annot*, e quelle del versante italiano, appartenenti a diversi orizzonti dell'Eocene, la cui origine è legata alle oscillazioni post-luteziane della regione emersa, avente per nucleo il massiccio cristallino del Mercantour, corrisponderebbero in certo qual modo, nelle grandi linee, alle puddinghe di Palassou e di Montserrat nei due versanti dei Pirinei, originate appunto da sollevamenti continuati di questo sistema montuoso, compresi fra il Luteziano e l' Oligocene.

---

(1) La distanza fra l'Oligocene indisturbato dei dintorni di Bagnasco, nella Valle del Tanaro, e l'Eocene ripiegato e rovesciato delle falde settentrionali del M. Armetta non è superiore a 15 km., e minore ancora è quella che separa quel primo terreno dall'Eocene, pure vivamente ripiegato, dell'alta valle della Neva.

(2) E. HAUG et W. KILIAN (l. avanti c., p. 151).

Altre analogie sarebbero date dalle falde di ricoprimento anteoligoceniche che si estesero nelle Alpi sui *grès d'Annot* e nei Pirinei sulle famose puddinghe ora ricordate, e dalla stratificazione indisturbata del Tongriano ligure e delle mollasse neogeniche pireneane, rispettivamente sulle formazioni ripiegate dell' Eocene superiore dell'Appennino Ligure e sulle puddinghe di Palassou e di Montserrat.

Così verrebbero a rivelarsi rapporti cronologici più armonici fra i movimenti detti pireneani, i quali si manifestarono verso oriente nell'Alta Garonna, in Provenza (1) e nelle Basse Alpi (2), movimenti che sono appunto ante-oligocenici, con quelli che si manifestarono nelle Alpi Marittime e nell'Appennino settentrionale, alla fine del Mesonummulitico. Anzi i movimenti ante-oligocenici, riconosciuti da molti geologi nelle Basse Alpi in questi ultimi anni, dovrebbero, in parte, considerarsi non più come pireneani, ma bensì come genuinamente alpini, benchè a quelli contemporanei; e la coesistenza di diversi sistemi di pieghe nella stessa regione potrebbe spiegarsi colla sovrapposizione di movimenti posteriori rupeliani o miocenici a quelli alpini più antichi.

---

(1) M. Bertrand. *La grande nappe de recouvrement de la Basse Provence.* Bull. des. Serv. d. l. Carte geol. d. l. Fr., t. X, 1898-99.

W. Kilian. *Notes de géologie alpine*, 2e article (Ann. Enseign. sup. Grenoble, t. V, 1893 et C. R. Ac. Sc., t. 115, p. 1024, 1892).

P. Lory. *Observations sur la coexistance, dans le massif de Chaillol, de dislocation appartenant à deux périodes distinctes.* Boll. Soc. geol. d. Fr., 5 novembre 1894, t. XXII, p. CXLII-CXLIV.

(2) E. Haug. *De la coexistance, dans le bassin de la Durance, de deux systémes de plis conjugués d'âge différent.* C. R. Ac. Sc., CXX, p. 1357-60, 1895.

W. Kilian. *Remarques sur la tectonique de la Basse Provence.* Comptes rendus Collab. in Bull. Serv. d. l. Carte geol. d. l. Fr n. 110, 1905, p. 171.

L Bertrand et Antonin Lanquine. *Observations tectoniques aux environs de Grasse.* Comptes rendus, Ac. Sc., t. 156, 16 juin, 1913, p. 1857; Sur la prolongation de la nappe des Bessillons dans le sud-ovest des Alpes Maritimes, jusqu' à la vallée du Var, id. id., t. 158, p. 376, 2 février 1914.

W. Kilian et Antonin Lanquine. *Sur les complications tectoniques* de la partie sud-est des Basses Alpes (région de Castellane). Compte rendus, Ac. Sc., t. 161, 2 août 1915, p. 93. *Sur la coexistence, dans les environs de Castellane, de dislocations pyrénes-provençales et de plissements alpins, et sur la complexité de ces phénomènes orogéniques.* Id. id. 17 août 1915, p. 165.

Con queste ipotesi verrebbe tolta di mezzo quell'altra poco verosimile, secondo la quale i ripiegamenti del sistema pireneano potessero giungere quasi nel cuore di un altro sistema montuoso importante come quello alpino, che sarebbe sorto posteriormente; e le Alpi ed i Pirenei, che sono due elementi quasi contigui di un sistema orografico molto più esteso, quello delle *Alpidi* di E. Suess, presenterebbero nelle fasi più importanti dei loro ripiegamenti una certa euritmia che ben si poteva prevedere come naturale e necessaria.

⁂

I miei colleghi e amici, che hanno studiate, con tanti fecondi risultati le regioni confinanti con quelle che sono state oggetto dei miei rilevamenti molti anni or sono (F. Zürcher, E. Haug, W. Kilian, L. Bertrand e J. Boussac), vorranno scusare questa incursione che io vi ho fatto col pensiero e colla guida delle loro carte e dei loro lavori, e perdonare gli errori in cui io sarò incorso, errori certo numerosi nei particolari, ma che spero saranno trascurabili, nelle grandi linee della discussione che ho creduto di intraprendere, allo scopo di venire ad un accordo sulla cronologia di importanti masse rocciose del Nummulitico delle Alpi Marittime. Io confido che ulteriori revisioni, fatte anche in comune, ai due lati del confine, rinnoveranno ancora una volta il pieno accordo che si è soventi manifestato fra gli studiosi dei due versanti, sopra diverse importantissime e anche fondamentali questioni di geologia delle Alpi Occidentali.

CONCLUSIONI.

Dalla esposizione dei fatti e dalla discussione di essi noi possiamo trarre le seguenti conclusioni, tenendo separate quelle riguardanti le regioni italiane da me studiate, rispetto alle quali io posso essere affermativo ed esplicito, da quelle che si riferiscono alle regioni oltre confine e da me non visitate, sulle quali sarò meno reciso, oltre che per questo fatto, per il rispetto in cui tengo i lavori dei Geologi valentissimi, lavori che io presi a discutere, e dai quali, su qualche punto, sono indotto a dissentire.

A. — *Per le regioni italiane da me esplorate.*

1° Gli strati ad *Helminthoida labyrinthica* ed a *Chondrites affinis*, *Ch. Targionii*, *Ch. intricatus*, ecc., con *facies* di arenarie, di calcari alberesi e di flysch, costituiscono una zona caratteristica dell' Eocene, facilmente delimitabile nelle Alpi Marittime italiane e nell'Appennino Genovese.

Tali strati, insieme ad una zona che ad essi si sovrappone nella regione costiera, fra Bordighera e Diano Marina, la quale presenta una *facies* di flysch ed è caratterizzata da *Helminthoida* differenti (*H. irregularis* Squinabol) e da piccole Condriti, costituiscono il termine stratigrafico più alto che si conosca dell' Eocene di quelle due regioni.

I limiti cronologici di questo gruppo, che dicemmo « zona ad *Helminthoida* », sono dati dall' Oligocene inferiore (Tongriano), che lo ricopre con marcata discordanza nell'Appennino Genovese, e dal flysch priaboniano sottostante, nelle Alpi Marittime italiane, includente numerose lenti di roccie a piccole Nummuliti e Ortofragmine.

La zona deve perciò essere riferita al *Priaboniano superiore* ovvero, se vuolsi, tanto per fissare le idee, e con ogni riserva sull'esattezza dei limiti, al *Ludiano*.

In conseguenza noi dobbiamo parimenti escludere :

a) L'età oligocenica, voluta da J. Boussac, per le arenarie delle valli Riofreddo e Argentina e dei dintorni di Albenga, le quali appartengono indiscutibilmente alla zona ad *Helminthoida labyrinthica*, e che noi dicemmo *arenarie superiori*.

b) L'età luteziana attribuita da F. Sacco a questa zona nell'Appennino Genovese.

2° Una zona molto caratteristica di scisti variegati, che sopporta direttamente la precedente zona, colla quale presenta una rapida transizione, costituisce la parte più alta del secondo membro stratigrafico dell'Eocene, in molti punti, potente non meno di 1000 m. e avente, nelle regioni italiane, prevalentemente la *facies* di flysch. Questo include banchi a piccole Nummuliti, e poggia direttamente sopra una zona marnoso-arenacea non continua, nè sempre facilmente delimitabile, la quale presenta in taluni punti una fauna auversiana a *facies litoranea*; ma in alcuni altri esso sembra invadere pure questo orizzonte e raggiungere il Luteziano superiore.

Questo flysch in alcune regioni (bassa Valle Roja) presenta ancora nella sua parte bassa qualche intercalazione di marne arenacee prive di fossili; in altre, come attorno al Colle di Tenda, mostra una particolare ricchezza di banchi di arenarie, le quali prevalgono poi localmente (Valle Grande di Vernante) in mezzo a regioni dove predomina il flysch.

Nella Valle Stura il membro stratigrafico di cui parliamo è sempre prevalentemente arenaceo ma la *facies* flysch non vi manca mai; e le caratteristiche arenarie che, di preferenza, lo costituiscono poggiano quasi direttamente, separatene solo da una sottile zona marnoso-arenacea, sul banco nummulitico basale, con Nummuliti dei gruppi *N. striatus* e *N. incrassatus*. Finalmente presso il confine, ai due lati di esso, quello stesso membro stratigrafico è costituito esclusivamente da arenarie nella parte bassa, ricoperte però da flysch.

L'età di questo secondo membro, litologicamente molto vario, nel suo complesso e da regione a regione, deve quindi corrispondere al Priaboniano medio e inferiore, e comprenderà forse in qualche punto, sotto la stessa *facies* litologica, anche l'Auversiano.

Le arenarie di questa formazione apparterrebbero perciò ad un orizzonte sensibilmente più basso che la zona ad *Helminthoida*, e furono perciò dette *arenarie inferiori.*

Noi dobbiamo quindi escludere, in modo assoluto, e a maggior ragione che per le arenarie superiori, l'età oligocenica delle arenarie del Peirolet (Valle Grande), di Servagno e di Pourriac. Tale esclusione avrebbe valore anche quando, per dannata ipotesi, si giungesse a dimostrare, che queste arenarie della serie autoctona corrispondano a quelle della zona ad *Helminthoida*, pur non presentandone le caratteristiche impronte organiche.

3° La corrispondenza stratigrafica e cronologica della zona ad *Helminthoida labyrinthica* e della zona di scisti variegati sottostanti, nelle Alpi Marittime e nell'Appennino Genovese e gli identici rapporti di questi scisti con quella zona e col flysch, di cui sono la parte più alta, flysch costituente le Valli Polcevera, Bisagno e Scrivia, parlano in favore dell'età priaboniana (media-inferiore?) di questa potente formazione scistosa dei dintorni di Genova.

La mancanza del banco nummulitico basale luteziano-auversiano, e la presenza, nella parte inferiore di essa, di numerose masse di roccie ofiolitiche, ci impediscono di stabilire una corrispondenza esatta col flysch delle Alpi Marittime. Tuttavia, siccome le similari masse di roccie verdi, che il corteggio delle radiolariti dimostra coeve degli strati che le comprendono, sono più giovani di strati nummulitici (calcari screziati o compatti, breccie ecc.) di molti punti delle Apuane, dei dintorni di Spezia ecc., così l'età eocenica di tutta la formazione scistosa, dalle roccie verdi della zona Cornegliano-M. Figogna agli scisti variegati di Zemignano e Camporsella, ed ai sovraincombenti strati ad *Helminthoida labyrinthica* dei forti Due Fratelli e Diamante, si può ritenere come dimostrata.

Al pari dell'età luteziana degli strati superiori ad *Helminthoida* saranno quindi da escludere l'età suessoniana degli scisti variegati sottostanti e quella cretacea del flysch potentissimo della Polcevera, del Bisagno, della Scrivia, ecc., il quale, nemmeno coi suoi strati più bassi, non sembra raggiungere ancora il Luteziano stesso.

4° I movimenti orogenici che produssero gli intensi ripiegamenti, le fratture ed i ricoprimenti che interessarono tutta la serie di terreni, dalla zona ad *Helminthoida* al Permiano, fra il Colle di di Tenda ed il mare, e che non hanno invece disturbato l'Oligocene del versante padano delle Alpi marittime, debbono corrispondere cronologicamente al grande diastrofismo che, nell'Appennino Genovese, ha vivamente corrugata quella stessa zona, anteriormente al deposito del Tongriano. Cosicchè, astrazion fatta dei movimenti susseguenti, relativamente di assai minore importanza, che poterono accompagnare quelli epirogenici delle regioni interne, noi dobbiamo ritenere che le più importanti dislocazioni che si osservano nei terreni eocenici in quella parte delle Alpi Marittime, debbono datare dalla fine dell'Eocene o dell'aurora dell'Oligocene, o meglio debbono corrispondere alla lacuna che intercede fra i depositi di quei due terreni nella regione appenninica genovese.

B. — *Per le regioni alpine adiacenti.*

1° A simiglianza di quanto si osserva nell'Eocene dell'Appennino settentrionale, delle Alpi marittime italiane e delle Alpi della Savoia e della Svizzera orientale, esisteranno anche Eocene dell'Ubaye e delle Basse Alpi vari orizzonti di arenarie, i quali d'altronde sono già stati sospettati da qualche geologo (Kilian).

2° Le arenarie degli orizzonti più bassi, con frequenti intercalazioni di puddinghe, tanto sviluppate nelle regioni a sud e ad ovest del Mercantour, e note sotto i nomi di *grès de Menton* e di *grès d'Annot*, le quali verso occidente si collegano direttamente alle arenarie del Lausanier, di Pourriac e della Valle Stura, e verso sud-est invece, a mezzo di passaggi visibili e graduali, al flysch dell'Aution, di Sospello, della Conca di Piena, della Valle Roja, del Colle di Tenda ; e quindi alle arenarie della Valle Grande e di nuovo al flysch di Valdieri, per passare di nuovo da questo lato alle arenarie di Val Stura, debbono essere considerate come una *facies regionale laterale* del flysch priaboniano suddetto, e quindi ancora di età priaboniana.

E' adunque permesso di dubitare che la ipotesi della corrispondenza cronologica e stratigrafica fra le suddette arenarie e l'Oligocene inferiore fossilifero della zona esterna di Castellane non sia sicuramente fondata; e lo stesso dubbio si potrà probabilmente esprimere per quell'altra ipotesi, che vorrebbe basare l'età oligocenica dei *grès de Taveyannaz* sulla corrispondenza di essi coll'Oligocene fossilifero della omologa zona esterna di Désert, presso Chambery.

E' riservato a studi ulteriori di determinare quali masse di arenarie debbano, anche nelle regioni dell'Ubaye e delle Basse Alpi, essere riferite alle *arenarie superiori* della zona ad *Helminthoida*, ma crediamo di poter affermare: che tutto porta a credere che debba esistere una corrispondenza cronologica, sia pure larga e non estesa ai particolari, fra i diversi orizzonti di arenarie dell'Eogene che in fascia unitaria ed ininterrotta cinge da ogni lato il massiccio dell'Argentera (Mercantour).

3° La continuità di alcune grandi linee di dislocazione, dal versante marino del Colle di Tenda fino all'Ubaye, sembrano dimostrare la corrispondenza tra le falde di ricoprimento (nappes) delle regioni oltre confine e quelle delle regioni italiane appartenenti alla zona Albenga — Colle di Tenda — Colle della Maddalena (*z. des Aiguilles d'Arves*), falde che noi vedemmo essersi prodotte anteriormente o, tutto al più, all' inizio dell' Oligocene inferiore.

Per tal modo sembra lecito affermare che nelle Alpi Marittime gli importanti corrugamenti terziari che originarono le grandi falde di ricoprimento dell' Ubaye e del margine orientale del massiccio gneissico dell'Argentera siano ante-oligocenici. E' questa una conclusione importante, in forza della quale verrebbe a rivelarsi un, ben comprensibile e prevedibile, maggior sincronismo fra i movimenti orogenici terziari dei Pirinei, i quali interessarono tutto il Mezzodì della Francia e il vicino massiccio dell' Esterel, e che diversi autori hanno già segnalati nelle regioni sud-occidentali delle Alpi marittime, dove si tratta già probabilmente di veri movimenti alpini, e i movimenti sopraindicati, prettamente alpini ed alpino-appenninici.

LEGGENDE DELLE TAVOLE.

Le leggende delle tavole I e II stanno in calce alle medesime.

Tavola III.

Fig. 1, 2 e 3. — *Cerniere anticlinali lungo la valle Argentina,* mostranti un gruppo di banchi di alberesi ad *Helminthoida labyrinthica* (*alb*) interposto fra gli scisti variegati (*scv*) e le arenarie (*ar*), sormontate alla loro volta da una più potente zona di alberesi recanti le stesse impronte. *N* — lente di calcare a piccole Nummuliti, Ortofragmine, Crinoidi, ecc. inserita nel flysch (*fl*) poco sotto gli scisti variegati.

Fig. 4. — *Profilo attraverso i bacini di Mentone e della Mortola e le valli Roja e Nervia, fino al mare ad Ospedaletti.*

T — Trias superiore e Retico; *G* — Giurese; *Cr* — Cretaceo; *N* — Calcari marnoso-arenacei, riccamente fossiliferi del Luteziano superiore, soventi con un banco di conglomerato grossolano alla base, nelle adiacenze dell' anticlinale di Confine; m^1 — Marne cinerognole auversiane soprastanti; *m* — marne auversiane e priaboniane e *arm* — arenarie, con banchi di conglomerati del bacino di Mentone (*grés de Menton*); *fl* — flysch priaboniano, con zone marnoso-arenacee inserite nella sua parte bassa, e frequenti banchi di arenaria e lenti di roccie a piccole Nummuliti ed Ortofragmine, in tutta la sua enorme potenza; *scr* — scisti variegati che coronano il flysch suddetto; *arh* — arenarie, raramente poco coerenti, a luoghi (Vallecrosia) con piccole Nummuliti, Ortofragmine, Rotalidi, ecc. e con interstrati ardesiaci coperti da *H. labyrinthica* e da *Chondrites*; *alh* — calcari alberesi recanti le stesse impronte; *flh* — flysch superiore ad *H. irregularis* e piccole Condriti; *Pl* — Pliocene.

Fig. 5. — *Profilo lungo lo spiovente Nervia-Argentina, fra la costa orientale di Carmo Ciaberta e il M. Ceppo a S. di Triora.*

Gr — Calcari marnosi del Senoniano; *Lu* — Luteziano; *fl* — flysch priaboniano, con lenti (*N*) di calcare quarzoso a piccole Nummuliti ed Ortofragmine; *scv* — scisti variegati; *alh* — alberesi e *arh* — arenarie con *H. labyrinthica.*

Fig. 6. — *Profilo fra le balze di Realdo e il M. Frontè, nell'alto circo di Triora.*

Cr — Calcari marnosi del Senoniano; *Lu°* — Luteziano { 1 — grande banco calcareo inferiore, a piccole e grandi Nummuliti (*Nummulites discorbina* Schlotheim B e *N. perforatus* Denis de Montfort A), Litotanni e grandi Ostriche;

2 — Potente zona calcareo marnosa con 2 banchi di calcari compatti scuri zeppi di brachiopodi, con Nummuliti ed Ortofragmine, ecc., 3 — Zona di calcari compatti, pietraforte, arenarie e breccie, con grandi Nummuliti (*N. millecaput*, *N. perforatus*) Ortofragmine e qualche banco di calcare arenaceo con brachiopodi oltre alle Nummuliti) {; *Au*-Auversiano ? } 4 — potente zona calcareo-marnoso-arenacea con lamellibranchi, gasteropodi, polipai, ecc. presentante verso il basso lenti di roccie arenacee zeppe di grandi Ortofragmine, fra cui *O. Pratti*, e piccole e grandi Nummuliti (*N. perforatus*) {; flysch priaboniano } (*sc carb* — scisti carboniosi, *br* — breccie, *arg* — argilloscisti, *alb* — alberese, *ar* — arenarie, *fl* — flysch con banco di breccia nummulitica *N*, *scv* — scisti variegati con lente di calcare bigio compatto, con Nummuliti striate, Ortofragmine, rare Assiline, Globigerine ecc. {; Zona ad *H. labyrinthica* } (*arh* — arenarie, *alh* — alberesi) {; Zolla di terreni secondari } *T* — dolomie del Neotrias; *L* — calcari giurassici con Rinconelle costate indet. e Belemniti; *Tc* — Titonico con brachiopodi (*T. diphya*, *T. janitor*, ecc.) e cefalopodi {; Lamina di Giurese calcareo-marnoso con Belemniti *clB*.

Tavola IV.

Fig. 1. — *Profilo lungo la bassura del Colle di Tenda.*

Gn — Gneiss dell'Argentera; *cg* — *carniole; L* — Lias e Retico (?), dolomie e scisti ocracei piritiferi; *dol* — calcari dolomitici e dolomie saccaroidi (Giurese?); *G* — calcari cristallini con corallari e Belemniti; *Cr* — calcari marnosi in straterelli del Cretaceo; N^1 — arenarie grossolane, con interstrati conglomeratici, a *N. perforatus*, del Luteziano superiore; N^2 calcare a piccole Nummuliti della serie autoctona; *fl* — flysch priaboniano, con frequenti grossi banchi di arenarie *ar; scr* — scisti variegati; *arh* — arenarie con sottili interstrati ardesiaci ad *H. labyrinthica* e *Chondrites; an* — anidrite (lungo il tunnel); *F F* — linee di contatto meccanico e di ricoprimento.

Fig. 2. — *Profilo lungo il contrafforte fra Stura e Gesso* (In parte non ancora definitivo).

Gn — Gneiss del Mercantour; *C* — scisti della zona assiale permo-carbonifera; *Ti* — quarziti dell'Eotrias; *Tm* — dolomie del Mesotrias; *T* — dolomie del Neotrias con scisti del Retico; *L* — calcari e scisti con *Pecten Textorius* e scisti ocracei; *G* — calc. chiari marmorei, a luoghi dolomitici, del Giurese; *Cr?* — calcari marmorei (cretacei?); *Cr* — calcari marnosi in straterelli, soprastanti a strati contenenti *Duralia dilatata; N_1* — calc. luteziano a *N. millecaput*; N_2 — calc. arenaceo a *N. perforatus* (Lut.^{o} sup.^{e} ?); N_3 — calc. a piccole Nummuliti (Auversiano ?); *fl* — flysch priaboniano; *dol* — dolomie chiare con *Loxonema* del

Neotrias (*Tsx*) e *cs* — calcescisti, con banchi di breccie dolomitiche (*br*), di calcari cristallini micacei (*cx*) e lenti di serpentina (*s*) del Lias a *facies piemontese* (*Lx*) della cosidetta « zona del Piemonte » o « zona delle pietre verdi »; *qz* e *an* — quarziti ed anageniti (Eotrias?) di una falda locale di ricoprimento.

Fig. 3. — *Profilo presso il Confine franco-italiano, dal contrafforte del Monte Enchastraye alla strada del Colle della Maddalena.*

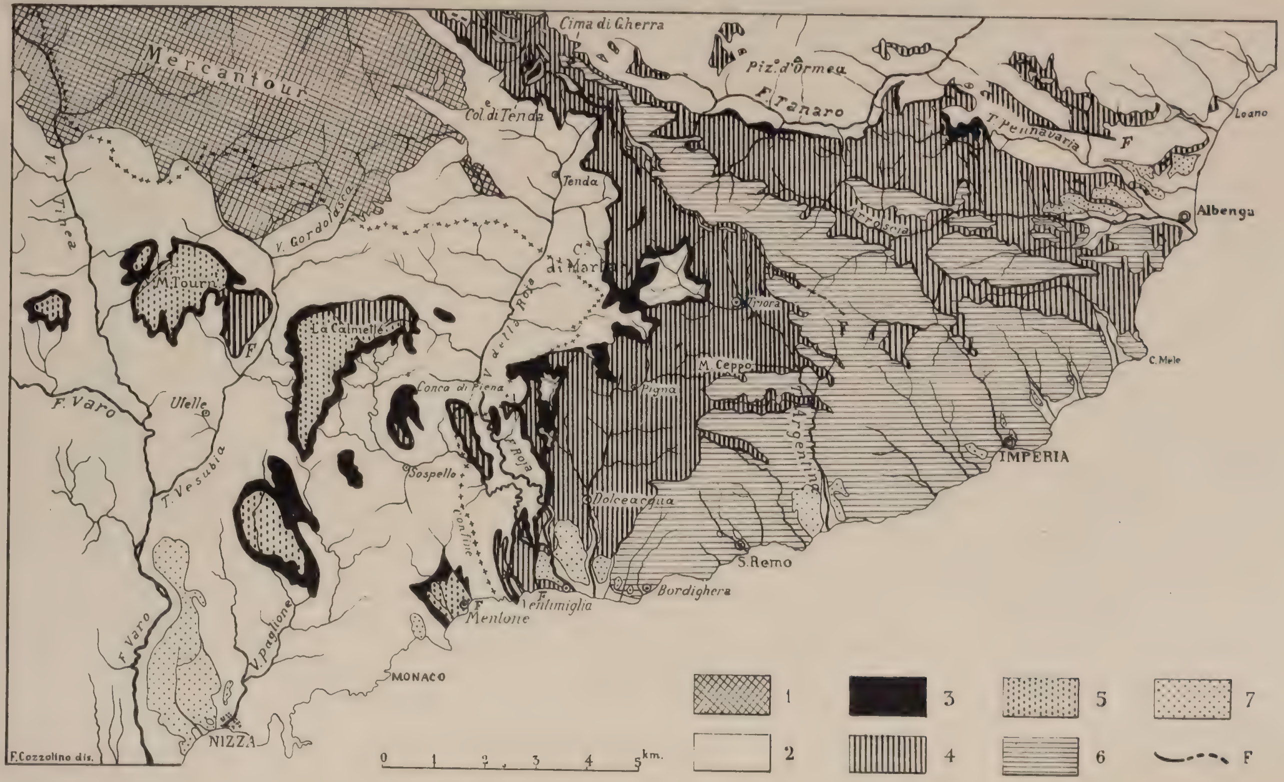
Falda di Argentera { *Tr* — Dolomie bigie ad *Encrinus liliiformis* delle balze di Argentera, *ge* — gessi soprastanti, *Ti* — calc. bigi del Titonico a *facies* di brachiopodi, *Tic* — facies coralligena del Titonico (calc. compatti rosei e persichini con cefalopodi), *Cl* — calcari listati lucenti con banchi di breccie poligeniche e di arenarie, con Belemniti }; falda del M. Ventasuso { *fl* — flysch priaboniano, *scr* — scisti rossi papiracei lucenti, *flh* — flysch con banchi di alberese con *H. labyrinthica* e *Chondrites*, *Tic* — calc. coralligeno a cefalopodi }; serie autoctona { *Cr* — calcari marnosi del Cretaceo superiore (Senoniano?) *N* — calc. arenaceo con Nummuliti dei gruppi *N. striatus* e *N. incrassatus*, *sc* — scisti arenacei di transizione, *ar* — arenarie in grossi banchi (grès d'Annot), *scn* scisti neri arenacei (flysch noir?) }.

Fig. 4. — *Schema statigrafico della serie eocenica fra il Confine franco-italiano nell'Alta Val Stura e il bacino di Mentone.*

*flh*¹ — flysch superiore ad *H. irregularis*; *flh* — flysch con calcari (*c*) ad *Helminthoida* dell' Ubaye; *alh* — alberesi e *arh* — arenarie (a luoghi con piccole Nummuliti ed Ortofragmine) della zona suddetta nel versante marittimo del Colle di Tenda; *scr* — scisti rossi papiracei e *scv* — scisti variegati della sommità del flysch; *fl* — flysch priaboniano includente con maggiore o minore frequenza banchi di arenarie e passante regionalmente in parte maggiore o minore alle arenarie (*ar*) del tipo di Annot (Alta Val Stura, Valle Grande di Vernante) ed a puddinghe (Andonno, Mentone), ed a forme scistose scure (*fln*); *N* — lenti di calcari, arenarie e breccie a piccole Nummuliti ed Ortofragmine, inserite in tutta l'altezza del flysch e negli scisti variegati; *Au?* Zona marnoso-sabbiosa a luoghi fossilifera, ricoprente il Luteziano superiore (Mortola, Sospello, Conca di Piena, Triora, Realdo Cima di Marta, ecc.) la quale sembra passare, a Nord del Colle di Tenda, al calcare compatto o arenaceo costituente la base del Nummulitico (Auversiano?); *Lut. sup.* e *inf.* Luteziano superiore e inferiore riccamente fossiliferi; *antic. lutez.* — posizione della anticlinale ante-luteziana, separante il bacino di Mentone da quello della Mortola.

IL NUMMULITICO NEL BACINO DI SAN REMO E NELLE REGIONI ADIACENTI.

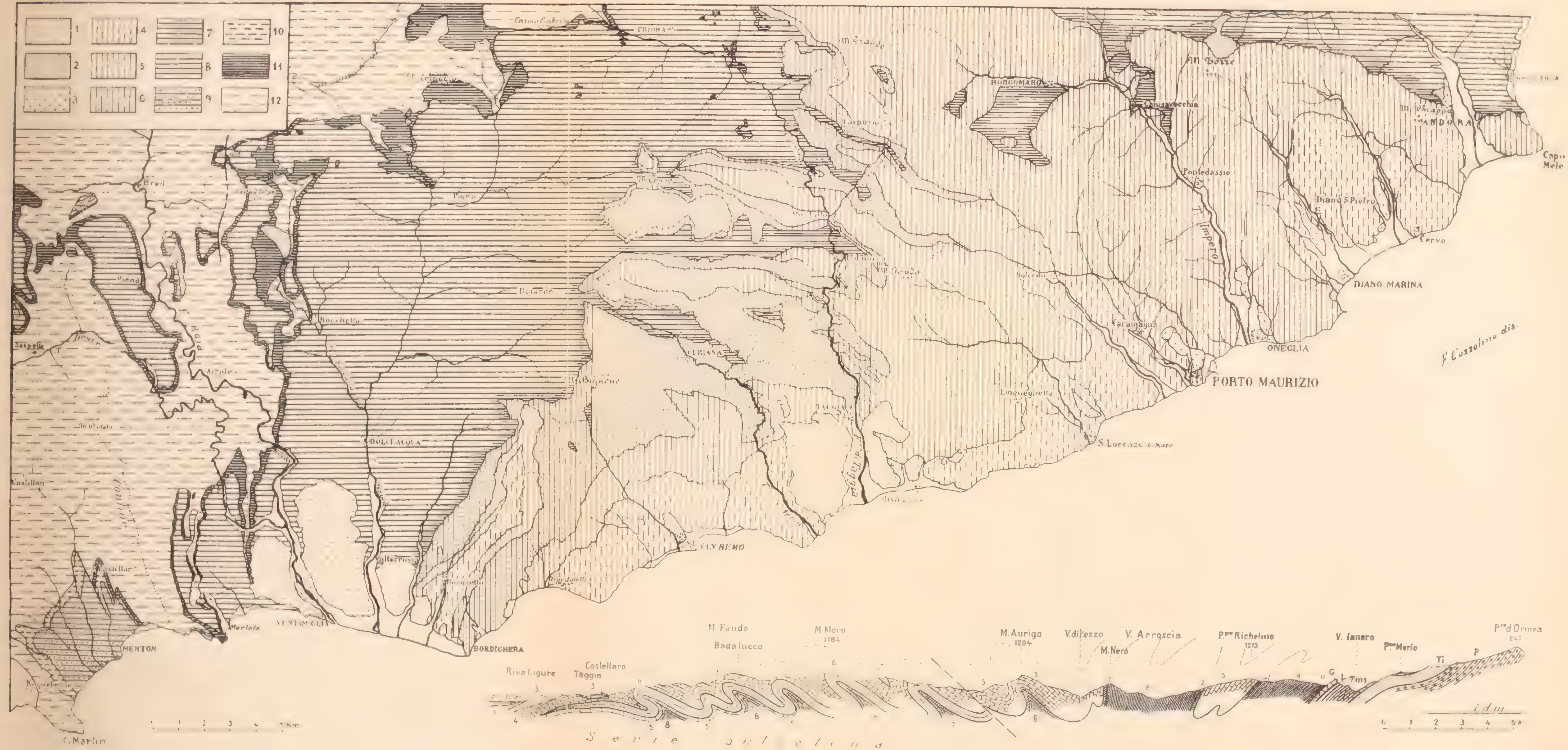
(Dalla carta geologica al 400,000)


Mercantour
Cima di Gherra
Piz. d'Ormea
F. Tanaro
Col di Tenda
T. Pennavaria
F
Loano
Albenga
Arroscia
Tenda
V. Tinea
V. Gordolasca
Ca di Marta
Triora
M. Tourn
La Calmette
F
V. della Roja
C. Mele
M. Ceppo
Pigna
Conca di Piena
F. Varo
Utelle
Argentina
IMPERIA
Sospello
T. Vesubia
F. Roja
Dolceacqua
Confine
S. Remo
Bordighera
F
Mentone
Ventimiglia
F. Varo
V. Paglione
MONACO
NIZZA
F. Cozzolino dis.
0 1 2 3 4 5 km.
1
2
3
4
5
6
7
F

SPIEGAZIONE DEI SEGNI — 1 - Massiccio cristallino dell'Argentera (Mercantour); 2 - Terreni antenummulitici e terreni alluvionali; 3 - Luteziano e Auversiano al di qua, Luteziano, Auversiano e Priaboniano a *facies* marnosa al di là del confine; 4 - Flysch priaboniano, a luoghi con frequenti banchi di arenarie e lenti di roccie a piccole Nummuliti e Ortofragmine; 5 - Arenarie a cui passa il flysch oltre confine (*grès de Menton et d'Annot*); 6 - Zona (arenarie, alberesi e flysch) ad *Helminthoida* (Ludiano ?); 7 - Pliocene; F - linee di contatto anormale.

CARTA GEOLOGICA DELLA RIVIERA DI PONENTE FRA LA MORTOLA E CAPO MELE

(Da rilevamenti eseguiti dal 1891 al 1893)


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
Borgomaro
Chiusavecchia
M. Torre
M. Chiappo
ANDORA
Capo Mele
Pontedassio
Impero
Diano S. Pietro
Cervo
DIANO MARINA
ONEGLIA
PORTO MAURIZIO
Caramagna
Lingueglietta
S. Lorenzo a Mare
Riva
S. REMO
Ospedaletti
BORDIGHERA
Vallecrosia
VENTIMIGLIA
Mortola
MENTON
C. Martin
Castellar
Castillon
Sospello
Breil
Piena
Airole
Roja
Dolceacqua
Rocchetta
Bajardo
Ceriana
Triora
Carpasio
M. Grande
M. Ceppo
M. Faudo
F. Cozzolino dis.
0 1 2 3 4 5 Km
M. Faudo
Badalucco
M. Moro 1184
Castellaro
Taggia
Riva Ligure
M. Aurigo 1204
V. di Pezzo
M. Nerò
V. Arroscia
P.ta Richelmo 1213
V. Tanaro
P.ta Merlo
P.te d'Ormea 847
Ti
P
G
Tms
Serie autoctona
0 1 2 3 4 5 K

Profilo fra la Valle del Tanaro e il mare.

SPIEGAZIONE DEI SEGNI DELLA CARTA E DEL PROFILO. 1 - Alluvioni; 2 - Detriti di falda; 3 - Pliocene degli sbocchi di valle; 4 - Flisch superiore ad *Helminthoida*, 5 - Calcari alberesi e 6 - Arenarie, con interstrati ardesiaci ad *Helminthoida labyrinthica* ord. *Chondrites*. 7 - Scisti variegati coi quali termina l'8 - Flysch, essenzialmente priaboniano, a luoghi con frequenti banchi di arenarie e con lenti di rocce a piccole Nummuliti e Ortofragmine; 9 - Arenarie e puddinghe (*grès de Menton*); 10 - Marne arenacee auversiane (Mentone, e non distinte a Mortola, Piena, ecc.) e marne priaboniane, (oltre confine); 11 - Banco nummulitico basale (Luteziano superiore alla Mortola e in Val Roja, Luteziano inf. e sup. nella conca di Triora e soprastante Auversiano), e lenti di roccie a piccole Nummuliti intercalate nel flysch (8). 12 - Terreni ante-eocenici: G - Giurese, L - Lias, Tms - Trias medio - superiore, Ti - Etorias; P - Permiano, essenzialmente costituito da porfidi laminati.

Fig. 1

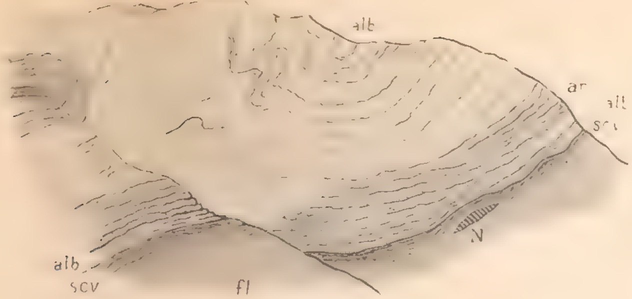

alb
ar
alt
scv
N
alb
scv
fl

Fig. 2

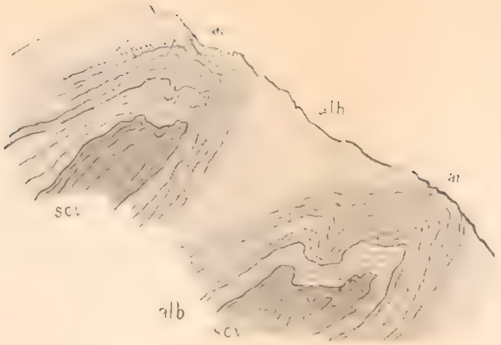

alb
ar
scv
alb
scv

Fig. 3

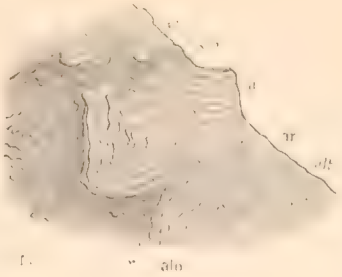


Fig. 4

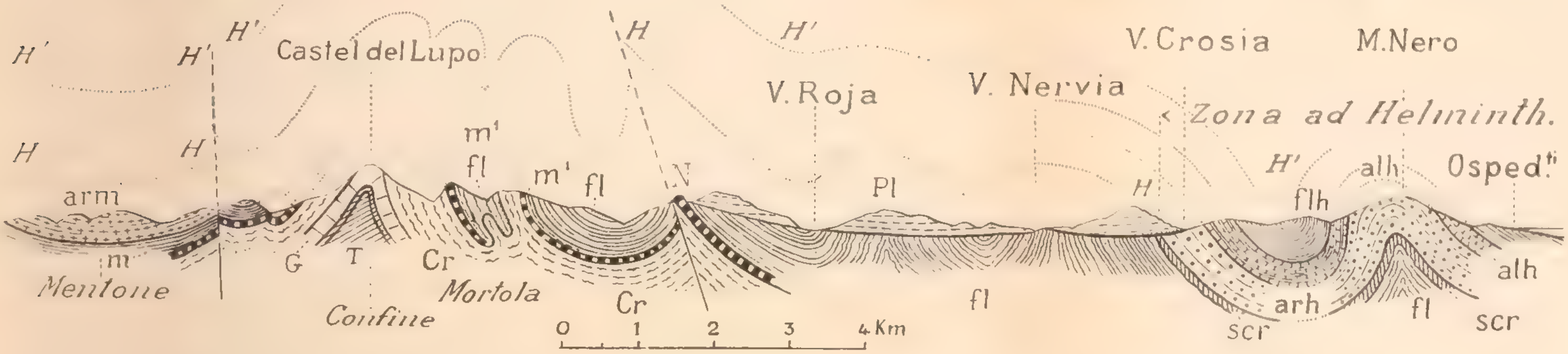

H'
H'
H'
Castel del Lupo
H
H'
V. Roja
V. Nervia
V. Crosia
M. Nero
Zona ad Helminth.
H
H
m'
fl
m'
fl
N
Pl
H
H'
alh
Osped.li
arm
flh
m
Mentone
G
T
Cr
Mortola
Confine
Cr
fl
alh
arh
scr
fl
scr
0 1 2 3 4 Km

Fig. 5

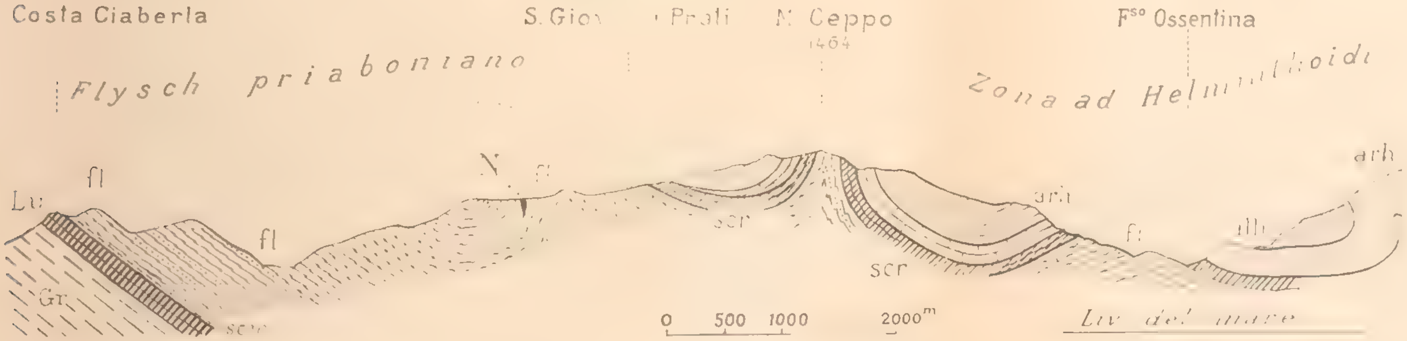
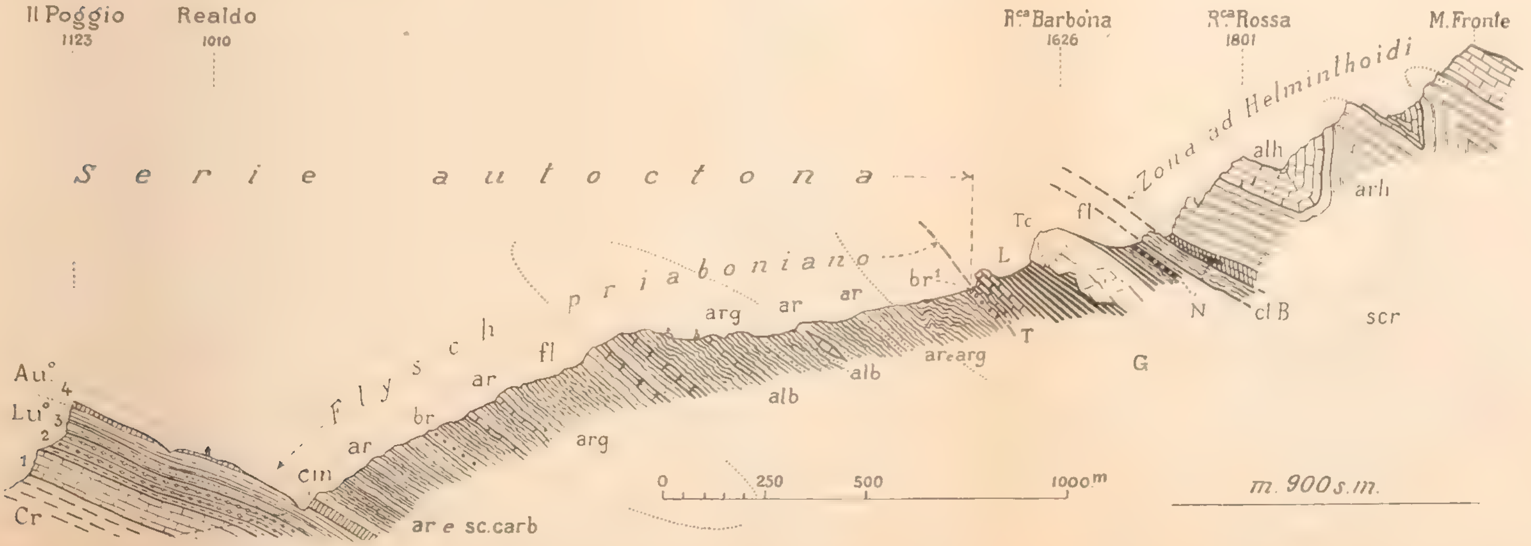

Costa Ciaberla
S. Giov.
Prati
M. Ceppo
1464
Fso Ossentina
Flysch priaboniano
Zona ad Helminthoidi
N
fl
Lu
fl
fl
Gr
scr
arh
arh
scr
fl
alh
scr
0 500 1000 2000m
Liv. del mare

Fig. 6


Il Poggio
1123
Realdo
1010
Rca Barboina
1626
Rca Rossa
1801
M. Fronte
Zona ad Helminthoidi
alh
arh
Serie autoctona
Tc
fl
L
Flysch priaboniano
br1
arg
ar
ar
T
N
cl B
scr
G
ar e arg
alb
alb
fl
ar
br
arg
Au
4
Lu
3
2
1
ar
cin
Cr
ar e sc. carb
0 250 500 1000m
m. 900 s. m.

FOTOINCISIONE G. S. MICHELE - ROMA

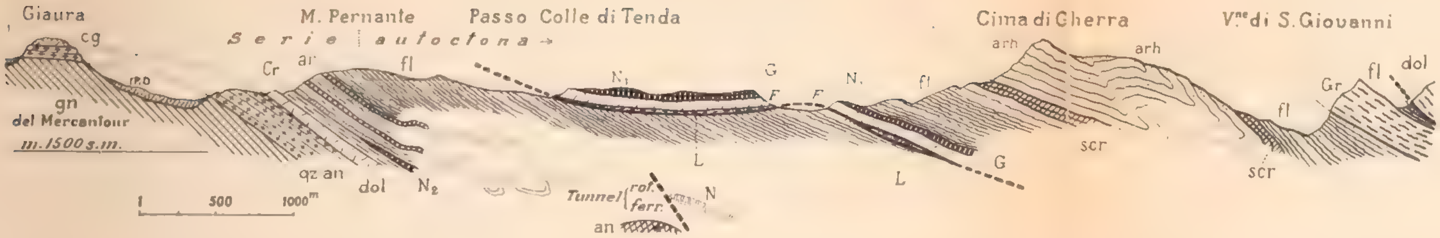

Giaura
cg
gn
del Mercantour
m. 1500 s.m.
M. Pernante
Serie autoctona →
Cr
ar
fl
qz an
dol
N₂
Passo Colle di Tenda
N₁
G
F
F
N.
L
Tunnel rot. ferr.
N
an
1 500 1000ᵐ
Cima di Gherra
arh
arh
fl
scr
G
L
Vⁿᵉ di S. Giovanni
Gr
fl
dol
fl
scr

Fig. 2

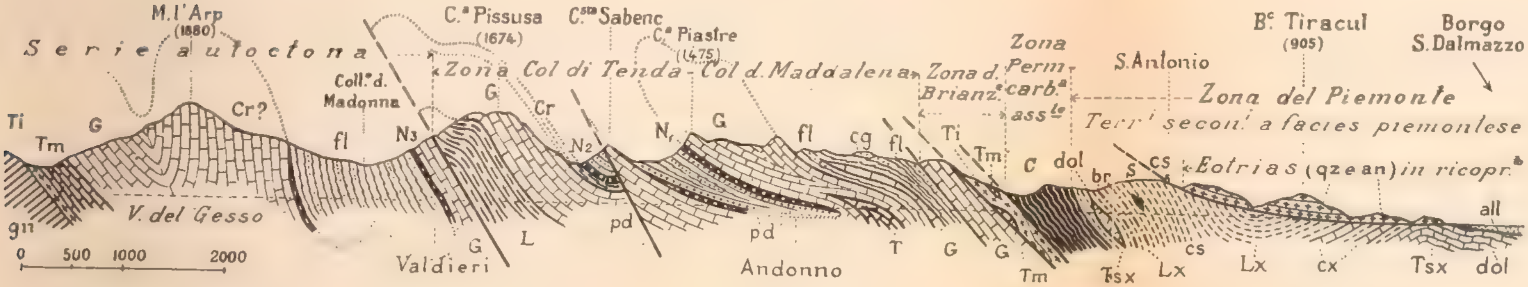

M. l'Arp (1880)
Serie autoctona
Ti
Tm
G
Cr?
fl
gn
V. del Gesso
0 500 1000 2000
Coll.ᵉ d. Madonna
N₃
G
L
Valdieri
C.ᵃ Pissusa (1674)
Cˢᵗᵃ Sabenc
C.ᵃ Piastre (1475)
Zona Col di Tenda - Col d. Maddalena
G
Cr
N₂
N₁
pd
pd
Andonno
G
fl
cg
fl
Ti
Tm
T
G
G
Zona d. Brianz.ᵉ
Zona Perm carb.ᵃ ass.ᵗᵉ
C
dol
br
S
cs
Tm
Tsx
Lx
cs
S. Antonio
Zona del Piemonte
Terr.ⁱ secon.ⁱ a facies piemontese
Eotrias (qz e an) in ricopr.ᵗᵒ
Bᶜ Tiracul (905)
Borgo S. Dalmazzo
Lx
cx
Tsx
dol
all

Fig. 3

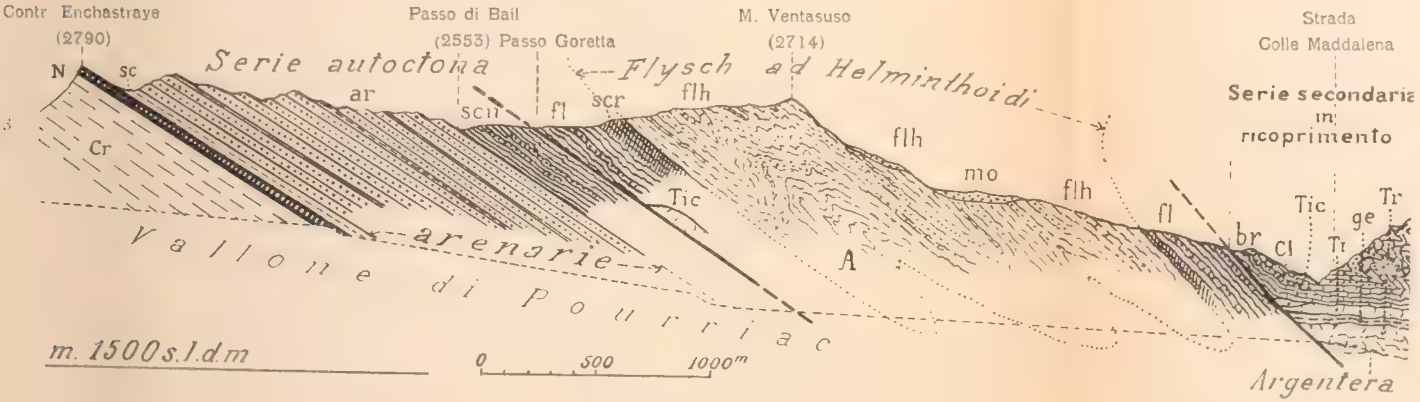
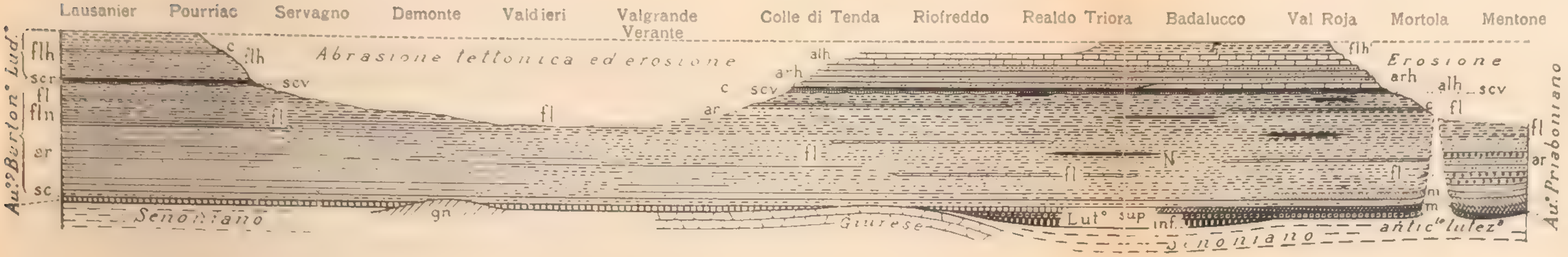

Contr. Enchastraye (2790)
N
sc
Cr
Serie autoctona
ar
Passo di Bail (2553) Passo Goretta
scn
fl
scr
M. Ventasuso (2714)
Flysch ad Helminthoidi
flh
flh
mo
flh
Tic
A
arenarie
Vallone di Pourriac
m. 1500 s.l.d.m
0 500 1000ᵐ
Strada Colle Maddalena
Serie secondaria in ricoprimento
fl
br
Cl
Tic
Tr
ge
Tr
Argentera

Fig. 4


Lausanier
Pourriac
Servagno
Demonte
Valdieri
Valgrande Verante
Colle di Tenda
Riofreddo
Realdo Triora
Badalucco
Val Roja
Mortola
Mentone
Au.ᵒ Burton.ᵒ Lud.ᵒ
flh
scr
fl
fln
ar
sc
c
flh
scv
Abrasione tettonica ed erosione
fl
fl
c
scv
ar
alh
arh
fl
fl
N
fl
Erosione
arh
alh
scv
c
fl
fl
ar
fl
m
m
Senoniano
gn
Giurese
Lut.ᵒ sup.
inf.
antic.ˡᵉ lutez.ᵉ
Senoniano
Au.ᵒ Priaboniano

INDICE

Cenni bibliografici . . . . *Pag.* 236
Le osservazioni e una ipotesi di J. Boussac . . . . » 250
Due principali orizzonti di arenarie eoceniche . . . . » 258
Arenarie della « zona ad Helminthoida » o « arenarie superiori » . . . . » 260
Limiti cronologici della « zona ad Helminthoida » e delle « arenarie superiori » . . . . » 272
Arenarie di Servagno, di Pourriac, del Lausanier, ecc. o « arenarie inferiori » . . . . » 282
Esisteranno nell'Ubaye due orizzonti di arenarie come nei versanti italiani di Mercantour ? . . . . » 295
Supposto sincronismo dei « grès d'Annot » e dei « grès de Taveyannaz » rispettivamente coll'Oligocene delle zone esterne di Castellane e di Désert . . . . » 314
Probabile età eocenica dei « grès mouchetés », dei « grès de Taveyannaz », ecc. . . . . » 319
Epoca dei ricoprimenti del Colle di Tenda e dell'Ubaye . . . . . » 321
Sincronismo fra i « movimenti pireneani » e quelli alpini . . . . . » 323
Conclusioni . . . . » 326
Leggende delle tavole . . . . » 331

VI.

Ing. C. CREMA

ALCUNE NOTIZIE SULLA POLLA DI CADIMARE, SULLA SPRUGOLA DELLA SPEZIA E SUI TENTATIVI FATTI PER CAPTARNE LE ACQUE

E' noto che a levante della catena occidentale del Golfo di Spezia, al contatto fra le roccie mesozoiche e le cenozoiche si originarono — in relazione, secondo il prof. CAPELLINI, alla grande faglia da lui quivi segnalata — dei meati sotterranei il cui insieme fa capo, in alto, ad una serie di inghiottitoi, ove si raccolgono direttamente o filtrando attraverso il terreno di copertura le acque di alcuni torrentelli ed, in basso, a sfiatatoi per i quali sia liberamente, sia attraverso le alluvioni della pianura od anche attraverso le acque marine defluiscono le acque adunatesi in questi meati.

Questo sistema artesiano ad efflusso naturale viene alimentato da una parte delle acque che cadono sui monti a nord-ovest della Spezia; lo smaltimento ha luogo in una zona che si stende dal seno di Panigaglia fino ai piedi del monte Parodi dando luogo ad una serie di polle risorgive di vario tipo, tra le quali degne di nota quelle delle Sprugole dell'Arsenale e di Via De Nobili, e giustamente famosa altre volte quella sottomarina di Cadimare.

In una mia recente pubblicazione, nella quale cercai di raccogliere e coordinare fra di loro i fatti messi in luce dalle trivellazioni eseguite nella Liguria orientale per la ricerca e l' utilizzazione di acque salienti, ebbi ad occuparmi anche delle risorgive ora ricordate (1) basandomi in gran parte su notizie avute dalla locale Direzione del Genio per la R. Marina. La quale nel darmele volle gentilmente impegnarsi a comunicarmi pure quelle altre che eventualmente fossero per ricavarsi in seguito dai suoi importanti archivi; nè tale eventualità tardò a verificarsi, poichè le ricerche compiute nell'autunno del 1913, in occasione di uno studio idrologico che io ebbi l'onore di eseguire nell' interesse del R. Arsenale, condussero al ritrovamento di nuovi documenti i quali furono senz' altro messi a mia disposizione. Contemporaneamente altre informazioni mi venivano dalla cortesia degli Ing. A. FARINA e L. GIULIANI ed infine, per l'esecuzione del mio studio, io compieva alcune visite e ricerche nella zona considerata, cosicchè ritengo opportuno di ritornare ora sull'argomento per portare qualche nuovo e forse non inutile contributo per una più completa conoscenza delle vicende di queste risorgive e per lo studio, non scevro di difficoltà, della loro utilizzazione.

---

(1) C. CREMA. *Acque salienti della Liguria orientale e della Lunigiana.* Boll. d. R. Comit. geol. d'It., vol. XLII, Roma, 1911, p. 324 e seg.

Ed innanzi tutto adempio ad un grato dovere porgendo i più vivi ringraziamenti alla prefata Direzione del Genio ed agli Ing. A. FARINA e L. GIULIANI.

I.

La polla d'acqua dolce di Cadimare non figura più nelle carte venute in luce dopo la costruzione del grande Arsenale, siano esse topografiche, idrografiche o geologiche (1), ma solo in quelle più antiche, ad esempio nelle carte al 50.000 (f. LXXXIV) ed al 250.000 (f. VI) pubblicate dall' UFFICIO TOPOGRAFICO DELLO STATO MAGGIORE SARDO, nel *Plan du Golfe de la Spezia* rilevato nel 1846 da BOURGNIGNON, DUPERRÉ e BÉGAT, sc. 1:15.000 (Parigi, 1849) e nella prima edizione della *Carta geologica dei dintorni del Golfo della Spezia e Val di Magra inferiore* del prof. G. CAPELLINI, sc. 1:50.000 (Bologna, 1863). Ma da tali carte, per quanto pregevoli, difficilmente si potrebbe ricavare l'esatta posizione della polla, sia per la piccolezza della loro scala, sia principalmente per le importanti modificazioni che ebbe a subire per opera dell'uomo la topografia di quella parte del Golfo a partire dal 1862, nel quale anno ebbero inizio i lavori per crearvi l'importante piazza marittima che la posizione geografica della località suggeriva ed il felice compiersi dell'unità nazionale richiedeva.

---

(1) La posizione della polla a vero dire trovasi indicata nella cartina dei dintorni di Spezia al 25000, annessa (tav. II) alla nota dell' ing. A. RADDI: *Le sorgenti che alimentano l'acquedotto civico di Spezia e le possibili cause di diminuzione della loro portata* (Il Politecnico, Milano 1891), ma si tratta di una carta puramente schematica.

Fortunatamente, per cura del Genio Militare l'area attualmente occupata dall'Arsenale con un'ampia zona all'intorno fu oggetto, prima del 1862, di accurati rilevamenti in grande scala, rimasti inediti ma conservati negli archivi dell'Arsenale, i quali permettono tuttora di rendersi conto delle modificazioni apportate a questa porzione di costa e di fissare il punto dove sgorgava la scomparsa polla sottomarina. In base appunto a tali documenti, nella cartina data nella fig. 1 e rappresentante nella scala di 1:6000 il tratto di costa compreso fra Fezzano e Marola, si potè indicare l'antica linea di spiaggia e l'esatta ubicazione *P* della polla allorchè del tutto inalterata costituiva ancora una delle più curiose attrattive di questo Golfo, verso cui pure la natura si mostrò tanto benigna.

Rimandando per una più ampia descrizione a quanto ne scrisse il prof. CAPELLINI (1), ricorderò soltanto che questa sorgente d'acqua dolce sgorgava copiosa in ogni stagione dal fondo del mare e ribolliva attraverso la massa d'acqua incombente fino alla superficie, dove si manifestava a m. 55 circa dalla punta allora esistente fra Marola e Cadimare, con un leggero rigonfiamento alla cui periferia era ben visibile la lotta fra le onde marine e la corrente ascendente d'acqua dolce.

Malgrado una contraria affermazione del MARTINIÈRE, non pare che le acque della polla venissero mai in alcun modo utilizzate (2):

---

(1) G. CAPELLINI. *Descrizione geologica dei dintorni del Golfo della Spezia ecc.* Bologna, 1864, p. 112 e seg.

(2) SPADONI P. — *Lettere odeporiche sulle montagne ligustiche*, 2ª ed., Bologna, 1793, p. 132.

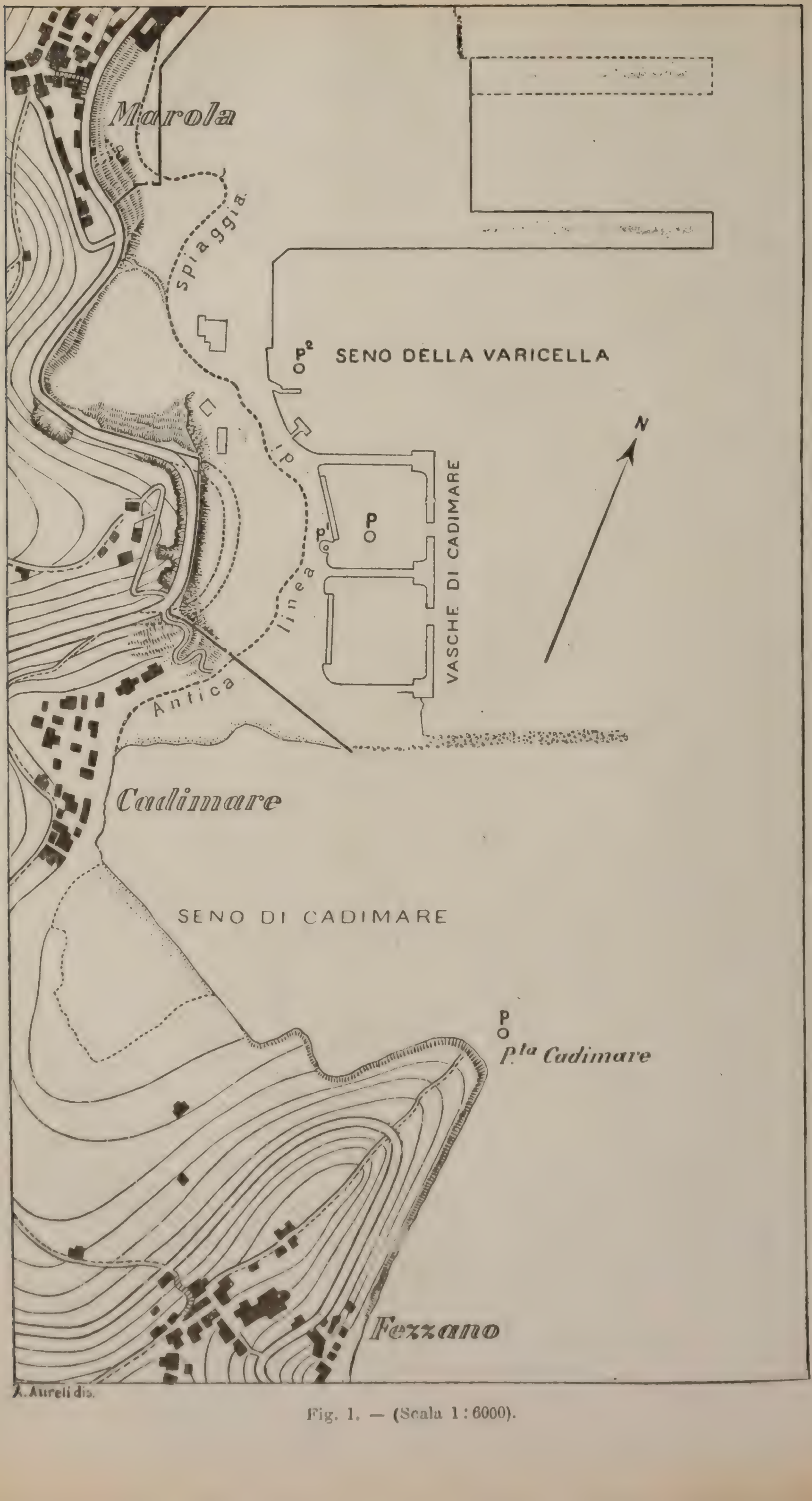

Marola
spiaggia
SENO DELLA VARICELLA
P^2
N
P
P^1
VASCHE DI CADIMARE
Antica linea di
Cadimare
SENO DI CADIMARE
P
P^{ta} Cadimare
Fezzano
A. Aureli dis.

Fig. 1. — (Scala 1 : 6000).

in quanto al problema della loro captazione, esso formò per la prima volta oggetto di studii nel 1857, quando il Governo Piemontese, avendo deciso di trasferire da Genova al golfo di Spezia la sede della sua Marina, stabilì dapprima che il nuovo arsenale marittimo dovesse sorgere nella località del Varignano. Era naturale che in quell'occasione si pensasse a sfruttare una così ricca sorgente, data da una parte la quasi assoluta mancanza d'acqua nel seno di Varignano e nelle sue attinenze e dall'altra la grande quantità d'acqua, che sarebbe occorsa per la costruzione e l'esercizio di un così vasto stabilimento.

Questi studi, eseguiti a cura del Genio Militare, ebbero principio nel dicembre del 1857 con una diligente esplorazione del fondo del mare nel punto ove scaturiva l' acqua dolce. Si riconobbe così che esso era roccioso, costituito da calcare e presentava numerosi zampilli alcuni dei quali, più larghi e copiosi, sembravano potersi facilmente riunire in uno solo. Si tentò di stabilire sulle scaturigini un' incerata fissandola al fondo con masselli di ghisa e di portare a livello del mare mediante un doccione di tela l'acqua della sorgente, ma la forza di questa svelse sempre la tela di sotto ai pesi. In uno dei fori, che il palombaro, il quale faceva le indagini, asserì del diametro di circa 40 cm., si introdusse allora un tubo in rame collegato al suddetto di tela e l'acqua si sollevò subito sino a m. 0,60 sul livello del mare, per quanto la semplicità dell'apparecchio impiegato non permettesse un completo isolamento dell'acqua dolce dalla salsa. Dopo queste indagini preliminari, nel gennaio del 1858 si procedette ad un regolare rilevamento del fondo precedentemente riconosciuto, rilevamento che venne eseguito nella scala di 1:250, e che, ridotto alla scala di 1:750, trovasi riprodotto nella fig. 2. Le acque sgorgavano principalmente dalle fessure esistenti nei tre punti contrassegnati colla lettera *a*, in fondo a due fosse imbutiformi, scavate nella roccia probabilmente per opera delle polle stesse, che interrompevano colla loro presenza e colla loro natura rocciosa il fondo del mare, all' intorno assai meno profondo, generalmente fangoso e dolcemente degradante verso il mezzo del golfo.

Anche una società francese pare studiasse per proprio conto in quel tempo il modo di utilizzare la polla, ma il Genio Militare sconsigliò, ed a ragione, di accogliere qualsiasi domanda di concessione, persistendo nel suo progetto di allacciamento della sorgente sottomarina. Senonchè, mutate ben presto per le sopravvenute annessioni le condizioni politico-geografiche dello Stato Sardo e divenuto il Varignano ristretto ed inadatto ad accogliere uno stabilimento che stava per assumere un' importanza tanto maggiore del previsto, l'idea di costruire quivi l'arsenale marittimo veniva abbandonata ed i lavori già in corso furono sospesi: la captazione della polla perdette così, almeno momentaneamente, quasi ogni importanza e gli studi compiuti rimasero senza seguito.

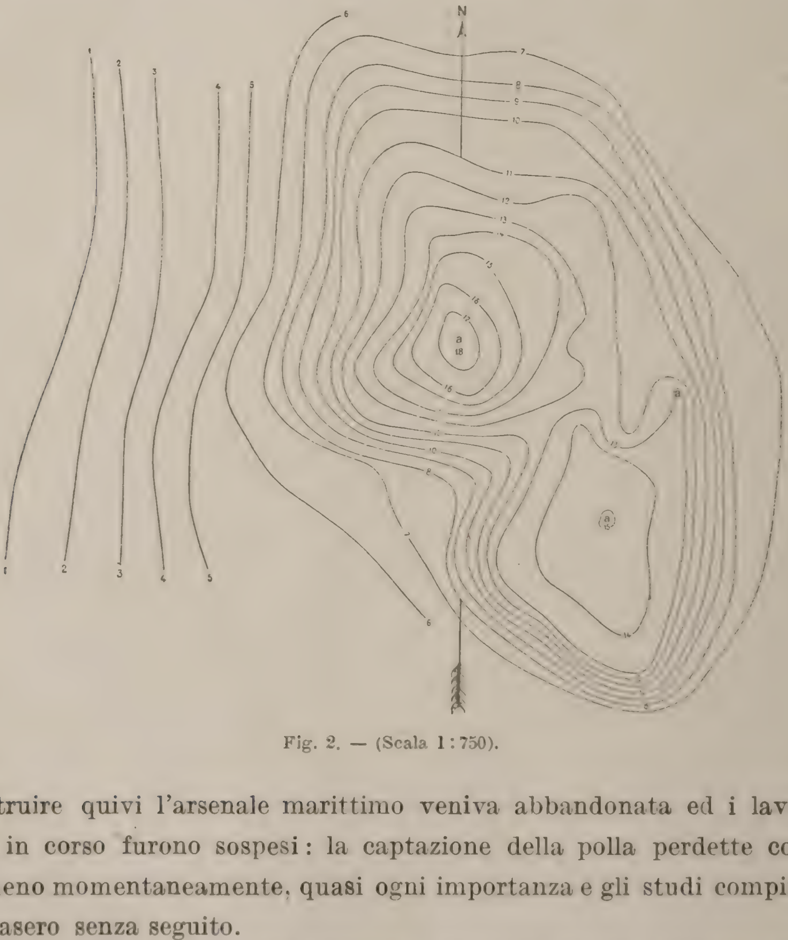


Fig. 2. — (Scala 1:750).

Stabilitosi di poi che l'erigendo arsenale dovesse sorgere dove ora lo vediamo, fra la Spezia e Marola, i lavori, iniziati come già si disse nel 1862, venivano spinti con ogni attività ma senza altra preoccupazione che l'interesse della difesa nazionale. I materiali sciolti provenienti dallo scavo dei grandi bacini presso il Lagora e quelli rocciosi costituenti i rifiuti di una grande cava aperta alla punta di Cadimare per i lavori dell'arsenale venendo gettati in mare lungo quel tratto di costa, si provocò un graduale interrimento del fondo, cosicchè la polla andò man mano diminuendo di forza e nel 1886 rimase completamente soffocata in seguito alla costruzione delle due vasche dette di Cadimare e specialmente della gettata per la diga che le separa. L'interrimento delle grandi polle in P (fig. 1) produsse la comparsa di molte pollette ma prive tutte d'ogni importanza, salvo una presso la costa, in p^1, che si cercò di isolare dal mare mediante l'infissione nella sabbia di un grande anello di lamiera senza però riuscirvi completamente, cosicchè essa non servì generalmente che per usi non potabili. Questa polla è attualmente protetta da un piccolo casotto. Più tardi (1902) in seguito ad alcuni scavi eseguiti colla draga per la costruzione di un pontile si manifestò in p^2 una nuova piccola polla sottomarina, ma questa a somiglianza di quella esistente, come è noto, poco a Nord di Fezzano (p), non è visibile se non quando l'acqua diviene più o meno torbida.

L'interrimento della polla non fece però abbandonare il progetto di captarne almeno in parte le acque; chè anzi questo veniva ripreso nel 1896 dalla Direzione dell'arsenale e sul finire dello stesso anno aveva un principio d'esecuzione. Si infisse dapprima un tubo presso la polletta p^1, indi sette altri avanzando progressivamente in direzione del mare e raggiungendo profondità variabili dagli 8 ai 18 m.: ma questi tubi, che non raggiunsero probabilmente sempre la roccia viva, non diedero che poca acqua, più o meno salsa e dotata di pochissima forza ascensionale. Ma successivamente si potè rintracciare in base ai vecchi riferimenti topografici esistenti nell'archivio dell'arsenale il punto P dove sgorgava l'antica polla ed infiggervi un tubo del diametro interno di mm. 180. Attraversati m. 6,40 d'acqua e 11,30 di materiali ghiaiosi e fangosi la tubazione incontrò il fondo roccioso fessurato, nel quale venne approfondita, e questa volta con successo, perchè giunti ad una profondità di 18 m. sotto il livello del mare l'acqua raccolta diede origine ad uno zampillo alto un metro sull'apertura del tubo che sporgeva m. 2,50 sul mare. L'acqua continuò a zampillare per un paio d'anni circa, ma il getto andò sempre diminuendo di forza, perchè il tubo andava logorandosi e smovendosi alla base in causa delle mareggiate, finchè andò distrutto del tutto.

L'acqua estratta venne replicatamente sottoposta ad analisi chimica e ad esame batteriologico, ma sarebbe inutile riportare quì i risultati ottenuti avendo essi dimostrato che all'acqua della sorgente erasi mescolata, sia pure in piccola quantità, quella del mare. Probabilmente anzi fu questa la ragione per cui anche questo secondo tentativo venne abbandonato.

Per quanto non si possa escludere *a priori* che per un fenomeno d'aspirazione analogo a quello che si verifica negli iniettori Giffard l'acqua marina possa, attraverso a piccole fenditure della roccia, giungere fino al condotto sotterraneo della polle e quivi mescolarsi all'acqua dolce, un tale fatto sembra estremamente improbabile ed è invece da presumersi che con una buona presa si possano isolare le acque delle polla da quelle del mare, con che si verrebbe ad usufruire di una ragguardevole quantità d'acqua di buona composizione chimica e forse anche, data la distanza relativamente grande che intercede fra la sorgente ed il suo bacino d'alimentazione, abbastanza pura da potersi direttamente utilizzare per usi potabili.

La captazione di una sorgente sottomarina presenta naturalmente particolari difficoltà, ma non vi è ragione di ritenere che nel nostro caso queste siano per essere eccezionalmente gravi, cosicchè è lecito sperare che, se la già tanto ammirata polla di Cadimare ha pur troppo cessato di essere una delle meraviglie del golfo di Spezia, essa non sia almeno intieramente perduta e possa ancora in qualche modo servire per la grandiosa opera cui venne sacrificata.

II.

Nella regione spezzina il nome di *sprugola* (in dial. *sprügoa*), che propriamente significherebbe baratro (dal verbo *sprügoae*, disperdere), si applica anche a tutte quelle depressioni acquitrinose nelle alluvioni recenti dalle quali sgorga naturalmente acqua in quantità più o meno grande in dipendenza delle circostanze meteorologiche; però, prima della costruzione dell'Arsenale, quando la Spezia occupava un' estensione di tanto inferiore all'attuale, per antonomasia veniva senz' altro designato col nome di *Sprugola* il più noto ed importante di tali laghetti, cioè quello esistente un centinaio di metri fuori dell'antica porta Biassa ed a distanza pressochè eguale dal corso allora seguito dal torrente Lagora.

Sembra che questo lago abbia sempre presentato una configurazione molto variabile: nel 1827 (GUIDONI) era quasi ovale ed in prossimità di esso, verso Spezia, esistevano tre piccoli stagni che nel 1864 (CAPELLINI) si erano riuniti al lago principale, nel quale era manifesta una lenta ma continua tendenza ad ingrandirsi a danno della circostante campagna. Dai rilevamenti eseguiti all'incirca in quell'epoca dal Genio militare, risulta che la Sprugola si presentava allora come un laghetto di forma irregolarmente allungata da S-O a N-E, con due emissarii da quest'ultimo lato, che colle acque esportavano pure i materiali leggieri che le innumerevoli scaturigini del fondo andavano continuamente innalzando. Il lago era lungo circa 120 metri e nel punto della sua maggior larghezza misurava una quarantina di metri. Circa 20 m. a Nord della sua estremità orientale vi era un secondo laghetto di forma subcircolare con un diametro di una ventina di metri, detto lo *Sprugolotto*. La configurazione dei due bacini della Sprugola (C B) e dello Sprugolotto (A), quale risultò da detti rilevamenti, venne riportata nella unita cartina (fig. 3) indicandola con linee tratteggiate.

Colla creazione dell'arsenale ed il conseguente enorme sviluppo assunto dall'abitato le condizioni della località cambiarono radicalmente. Il nuovo canale, che sostituisce l'antico letto del Lagora, fiancheggiato a destra dal muraglione di cinta dell'arsenale, a sinistra dall' ampio viale Savoia, venne ad attraversare il lago nella sua parte mediana la quale fu tutta colmata, cosicchè l'antico specchio d'acqua si ridusse alle sue due porzioni estreme ed anche queste ancora ulteriormente ristrette: quella ad occidente, rimasta racchiusa nell'interno dell'arsenale e contigua al suo muro di cinta, mediante la costruzione di un muro di sponda; quella orientale, per gli interrimenti occorsi dapprima (1884) per l'apertura della via De Nobili e più tardi (1910) per adibirne all'edificazione la porzione a Nord Ovest di tale via. Dopo questa bipartizione e riduzione dell'antica Sprugola, il nome di *Sprugola* rimase al laghetto orientale B, mentre il laghetto occidentale C, molto più esteso, venne detto *Sprugola dell'Arsenale*. In quanto all'antico Sprugolotto A esistente, come fu detto, presso l'estremità N–E della bipartita grande Sprugola, esso può ormai dirsi scomparso, poichè per trasformarne gli orli in terreno fab-

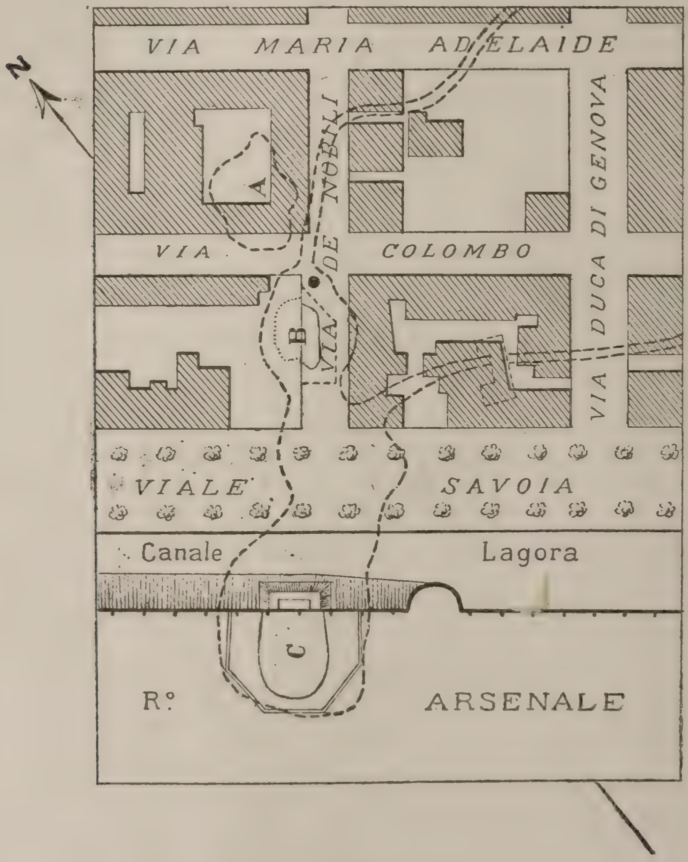

N
VIA MARIA ADELAIDE
VIA DE NOBILI
VIA COLOMBO
VIA DUCA DI GENOVA
A
B
VIALE SAVOIA
Canale Lagora
C
R° ARSENALE

Fig. 3. — (Scala 1:2000).

bricabile e per tracciare la via Colombo esso venne quasi tutto colmato ed anche la piccola porzione residua, rimasta circondata da ogni lato dai fabbricati costrutti dopo il 1883, venne sempre più a ridursi, essendosi continuamente provveduto e provvedendosi anche ora a compensare largamente con nuovo gettito di materiale la naturale costipazione di quello precedentemente introdotto. Oggidì questo minuscolo sprugolotto viene denominato Sprugolotto Cozzani dal nome del proprietario, ma la sua esistenza sembra generalmente ignorata.

Verso il 1883 si era tentato di utilizzare le acque sorgenti dallo sprugolotto Cozzani mediante un pozzo in muratura, che per altro non potè venir condotto a termine essendo ad un certo punto rovinata la porzione già costruita e della quale non rimane oggi più traccia. Attualmente l'acqua dello sprugolotto è convogliata nella fognatura cittadina mediante un condotto profondo circa 2 metri.

Più tardi anche le acque che alimentano la nuova Sprugola e la Sprugola dell'Arsenale furono oggetto di tentativi per la loro utilizzazione, ma questi furono entrambi coronati da successo.

Presso la Sprugola, all'incrocio della via De Nobili con via Colombo, fu praticata nel 1894 per cura del Municipio una trivellazione la quale avendo incontrato una delle vene alimentatrici del laghetto ne deviò una parte: l'acqua così ottenuta servì per alimentare una fontanella, per forza propria durante i periodi di piena, mediante una pompa durante le magre, nelle quali il livello piezometrico scendeva talora anche al disotto del suolo. Questa fontanella, indicata con un cerchietto nero nella fig. 3, venne però tolta nel 1911 per ragioni d'igiene, cosicchè da allora la perforazione rimase, come è tuttora, inutilizzata. In quanto all'acqua, che naturalmente sgorga nella Sprugola, un'apposita chiavica la immette nella fognatura cittadina.

A proposito di questa Sprugola l'esattezza richiede un'osservazione a quanto trovasi su di essa a pagina 403 del 36° volume delle *Memorie illustrative della Carta idrografica d'Italia: Corsi d'acqua del litorale toscano a Nord del Serchio e della Riviera Ligure* (Roma, 1912). In via De Nobili, dall'altro lato del laghetto, presso il viale Savoia esiste è vero un modesto impianto che fornisce acqua per l'inaffiamento ed alimenta una fontanella, ma esso, contrariamente a quanto è detto in tale volume, non ha alcuna relazione nè colla Sprugola nè coll'accennata terebrazione, perchè è alimentato esclusivamente dall'acquedotto della *Compagnie générale des eaux pour l'Etranger*, di Parigi.

Per la Sprugola dell'Arsenale si infisse nell'inverno 1896-97 un tubo nel centro del laghetto e quando la tubazione ebbe raggiunto una profondità di circa 30 m. si ottenne un getto d'acqua (fig. 4) così violento da trasportare anche ghiaia e grossi ciottoli e così alto che esso poteva scorgersi, all'esterno dell'arsenale, da chi si trovava dall'altro lato del viale Savoia. Questo getto presentava però delle forti ed improvvise oscillazioni dovute certo ai materiali rocciosi trascinati dall'acqua che venivano di tempo in tempo ad ostruire parzialmente la tubazione. Essendosi però avute delle proteste da parte

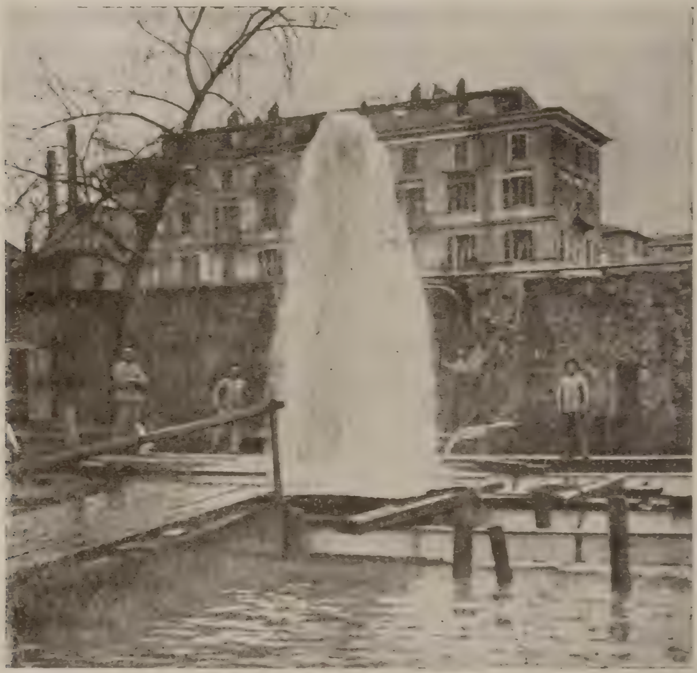


Fig. 4. — Da una fotografia presa il 1° gennaio 1897.

dei proprietari prospicienti, forse timorosi che avessero a verificarsi degli avvallamenti in quei paraggi, si ritenne opportuno, pare, di ridurre la portata del getto. Dopo d'allora nessuna modificazione venne apportata alla tubazione.

L'acqua di questa sprugola, tanto quella che continua a sorgere direttamente dal laghetto quanto quella fornita dalla tubazione, è attualmente utilizzata per i bisogni dell'arsenale: sollevata mediante pompe centrifughe essa è convogliata al filtro di Pegazzano, donde passa in una vicina officina per essere sterilizzata mediante l'ozonizzazione.

Dopo quanto si è esposto non può esser dubbio che le due Sprugole potrebbero fornire una quantità di acqua (1) assai maggiore solo che convenientemente se ne intercettassero le vene che le alimentano, mediante opportune trivellazioni. Nè queste potrebbero esser causa diretta od indiretta di avvallamenti nelle vicinanze, ove si adottino provvedimenti atti ad impedire che l'acqua trascini con sè materiali solidi, cosa questa del resto necessaria anche per assicurare la regolarità e la continuità dell' emungimento. Chè anzi, venendo a diminuire nei dintorni dei due laghetti le acque vaganti nel sottosuolo, si contribuirebbe probabilmente a diminuire anche l'instabilità della zona colmata, nella quale ripetutamente si produssero avallamenti e si manifestarono piccole sorgive specialmente in occasione di pioggie lunghe e prolungate, tanto che il muraglione di cinta dell'arsenale per tutto il tratto corrispondente a questa zona si presenta da molti anni gravemente lesionato e sensibilmente abbassato per i continui cedimenti del sottosuolo.

---

(1) Sulla potabilità di queste acque vedasi l' importante pubblicazione del Ten. Colonnello Medico della R. Marina, Prof. L. Sestini: *Sull' alimentazione idrica del R. Arsenale di Spezia e sulla potabilità dell'acqua della Sprugola* (Ann. di Medic. nav., Anno XII, Roma, 1906), nella quale si troveranno anche molte altre interessanti notizie su queste sorgenti.

VII.

M. TARICCO

NOTA PRELIMINARE SU LOCALITÀ FOSSILIFERE NEL SARRABUS (SARDEGNA)

Avendo avuto occasione di esaminare rapidamente la zona di calcari dell'Arco Gennarella, tra il km. 10 e 11 della Nazionale Muravera–Tortolì (vedi tavoletta al 50.000 di Muravera), vi ho trovato fossili degni di nota, per quanto già l'ing. C. De Castro (1) vi avesse notato abbondanti avanzi di crinoidi non ben determinabili, che a giudizio dei prof. Meneghini e Canavari e del dott. Bornemann potevano riferirsi tanto al Silurico quanto al Devonico.

Tali calcari, di color grigio nerastro, cristallini, compaiono già in un piccolo isolotto comprendente le tre alture di quota 54,61 e circa 80 di Giba Nurazzolas, poco ad est della Nazionale tra i km. 8 e 9 e già quivi si notano rare ma chiare tracce di crinoidi, aventi l'aspetto figurato dal Meneghini nell'opera del Lamarmora alla tavola C, fig. 1 e 2 sotto il nome di *Orthoceras* sp. ind.

L'isolotto più importante sotto vari aspetti è quello più a nord culminante a Pizzu Agus (m. 190), ai cui piedi trovasi l'Arco Gennarella. I calcari di Pizzu Agus hanno in complesso una potenza di qualche decina di metri; poggiano su scisti cenerognoli-chiari, provenienti dalla decolorazione alla superficie di scisti neri, quali si incontrano nelle vicine trincee sottostanti della strada. Tali calcari hanno un'andamento ondulato con direzione media Nord–Sud e forti pendenze; l'ondulazione ad anticlinale che trovasi a circa m. 200 ad est della vetta 190 è erosa nella parte calcarea, cosicchè nella insenatura si hanno gli scisti biancastri e su di essi, ai fianchi, i calcari. Sul fianco ovest gli scisti contengono delle intercalazioni lentiformi, di un bel colore verde chiaro della *variscite* descritta dal Pelloux (1).

---

(1) C. De Castro. — *Descrizione geologico-mineraria della zona argentifera del Sarrabus.* Roma, R. Uff. Geol., 1890.

Gli stessi strati nei quali si trova il raro minerale contengono vistosi esemplari di *Monograptus*, abbastanza bene conservati da permetterne la determinazione in seguito. La zona graptolitica si ritrova sulla falda occidentale del Pizzu Agus al contatto tra i calcari soprastanti a fitto cespugliato di lentischio e la parte scistosa a vigneto sottostante. Cogli scisti a Monograptus si hanno quivi sottili straterelli di calcari neri cristallini con evidenti *Orthoceras* biancastri, identici ai calcari ad *Orthoceras* e a *Monograptus* di Xea S. Antonio nel Fluminese.

I calcari di Pizzu Agus si estendono per circa 2 km. a sud-ovest e formano la parte superiore dei Bruncu Girone (m. 237) e la collinetta di quota 162 a sud di esso. Sul versante sud e particolarmente nella zona che si trova sull'allineamento Bruncu Girone–Bruncu Crobecadas tali calcari sono riccamente fossiliferi; vi notai, presso il contatto cogli scisti, degli steli continui e ben conservati di crinoidi di ben 40 centimetri di lunghezza; spero che ricerche meno affrettate possano dare in queste località esemplari determinabili specificamente di crinoidi. Anche gli scisti sottostanti sono fossiliferi, per quanto non vi abbia trovato graptoliti.

L'insieme di calcari e di scisti neri, ove però le loro alternanze passano gradatamente a calcoscisti ardesiaci, riappare a nord di Sa Modditzi (m. 250) e per Arcu Puncioni arriva al mare, prolungandosi poi verso sud sotto Nuraghe Su Franzesu ed arrivando fin quasi a Giba Mastru Perdu (m. 121).

Negli straterelli sottili di scisti calcarei nerissimi dopo qualche ricerca trovai una sottile ma ricca zona di orthoceratiti e di crinoidi (?) limonitizzati da pirite; tanto la roccia quanto la natura dei fossili e il modo di fossilizzazione ricordano da vicino le rocce di Rio Marina all'Elba, studiate dal Lotti.

---

(1) A. Pelloux. — *Variscite del Sarrabus (Sardegna).* Ann. d. Museo Civico di Storia Nat., Genova, 1912.

Le zone a calcari e scisti neri, decolorati alla superficie, di Giba Nurazzolas, Pizzu Agus, Bruncu Girone e Arcu Puccioni sono interessanti anche dal lato minerario per la presenza di lenti di limonite, talora, come a Giba Nurazzolas, anche di potenza e ricchezza tale da poter dar luogo, per la vicinanza del mare, a qualche estrazione; tali lenti sono poste al contatto tra i calcari a tetto e gli scisti a letto e rappresentano la mineralizzazione dei banchi più bassi del calcare per opera di acque ferruginose.

La piccola zona di Pizzu Agus è, in conclusione, degna di nota sotto vari aspetti. I Monograptus e gli Orthoceras la ricollegano, come avevo supposto (1), al Gothlandiano del Fluminese, del Gadonese, ecc.; la presenza della limonite al contatto tra calcari e scisti neri ha un certo carattere di continuità che giova tener presente per ricerche analoghe nel Gothlandiano in Sardegna; il trovarsi infine la variscite intercalata negli scisti a Monograptus, che non presentano alcuna traccia di metamorfismo, restringe notevolmente il campo delle ipotesi sulla genesi del minerale.

Roma, gennaio 1916.

---

(1) Boll. Soc. Geologica Ital., Vol. XXX, pag. 120 e 149.

BIBLIOGRAFIA GEOLOGICA ITALIANA

PER L'ANNO 1913.

BIBLIOGRAFIA GEOLOGICA ITALIANA

PER L'ANNO 1913 (1)

Aguilar E. — *La Metavoltina tra le sublimazioni della Solfatara di Pozzuoli.* (Boll. Soc. Naturalisti di Napoli, Vol. XXV (Serie II, Vol. V) pag. 28-30). — Napoli.

Nella Solfatara di Pozzuoli l'autore rinvenne un minerale presentantesi sotto forma di laminette splendenti di colore giallo-oro o giallo-bronzino, minerale che il prof. Zambonini identificò con la Metavoltina di Blaas, e che è rappresentato dalla formula $5\,K_2O,\ 3\,Fe_2O_3,\ 12\,SO_3,\ 18\,H_2O$.

Esso deve dunque riguardarsi come un solfito doppio di ferro e di potassio; però nei cristallini naturali parte del potassio è sostituito dal sodio, come appunto verificasi nella Metavoltina di Madeni Zakh, studiata dal Blaas.

La metavoltina è stata pure rinvenuta dallo Zambonini allo stato naturale nelle fumarole ad acido solfidrico e vapore d'acqua nell'Atrio del Cavallo. Quella della Solfatara si presenta sotto forma di laminette splendenti sparse sulle sublimazioni di allume, allumogeno, coquimbite, voltaite ecc.; frequentemente le laminette, per la loro piccolezza, non sono visibili ad occhio nudo, ma formano come degli agglomeramenti spesso mescolati con altri sublimati. Osservata al microscopio la sostanza risulta costituita da una grande quantità di piccole laminette di colore giallo chiaro, a contorno esagonale e raramente romboidale, uniassiche negative. Le laminette ben visibili ad occhio nudo invece, osservate a forte ingrandimento, raramente mostrano la forma cristallina regolare ed appaiono quasi sempre come smussate agli angoli. La Metavoltina si rinviene di solito in diverse grotticelle della parete orientale del cratere della Solfatara, come pure in altre cavità e specialmente nelle così dette *stufe*, adibite in passato a sudatorii.

(E. Tissi).

---

(1) Vi sono comprese anche quelle pubblicazioni che, pur trattando di località estere, interessano la geologia d'Italia od hanno rapporto con essa.

Almagià R. — *Forme e fenomeni di erosione nei dintorni di Bagnorea.* (Boll. Soc. geogr. it., S. V., Vol. II, N. 2, pag. 176–184, con 5 fig.). — Roma.

La nota ha per oggetto la descrizione di quei fenomeni di intensa e rapida erosione e demolizione che si manifestano nella regione compresa fra il medio Tevere ed il lago di Bolsena, e più specialmente la sua parte orientale tra Bagnorea, Lubriano, Castiglione, Civitella d'Agliano e S. Michele in Teverina, ove si producono i così detti *Calanchi*, le *Ripe* ed altre forme affini, fenomeni che modificano assai rapidamente la topografia superficiale della regione anzidetta, nonchè di alcune zone dell'Emilia e delle Romagne e di altre plaghe d'analoga costituzione nella fascia argillosa periadriatica.

La nota porge numerosi dati, misure e notizie tendenti a fornire un'idea della rapidità dei processi erosivi e demolitori che inducono profonde trasformazioni nel rilievo delle regioni anzidette, e fornisce eziandio abbondanti dati morfometrici atti a chiarire alcune particolarità relative allo speciale profilo dei bacini di erosione. (E. Tissi).

Anelli M. — *I terreni miocenici tra il Parma e il Baganza* (*prov. di Parma*). (Boll. Soc. geol. it., Vol. XXXII, fasc. 1°–2°, pag. 195–272, con 1 tav.). — Roma.

Dopo aver rilevato che sulla regione che forma oggetto della presente memoria assai scarse sono le notizie geologiche e di queste alcune anche non completamente esatte, e dopo aver esposti i motivi di un tale fatto e forniti alcuni cenni sulla formazione eocenica della regione in parola, l'autore viene a parlare dei terreni miocenici e delle cause che nel mare pliocenico che bagnava quelle terre favorirono lo sviluppo di organismi silicei le cui spoglie formarono i colossali candidi accumuli che si vedono oggidì scaglionati sul margine dell'Appennino emiliano.

L'autore cerca altresì di spiegare una serie di fenomeni apparentemente contradditorii, e cioè il contemporaneo sviluppo, entro ristretto spazio, di due formazioni antagoniste, quali sono quella ad organismi calcarei e quella ad organismi silicei, sopratutto diatomee; prossima alla zona litoranea la prima, più lontana la seconda. (E. Tissi).

Azzi G. — *I fenomeni della erosione nelle sabbie gialle del Pliocene nel bacino del Correcchio* (*Romagna*). (Boll. Soc. geogr. it., S. V, Vol. II, N. 6, pag. 637–660). — Roma.

Con la presente nota l'autore porta un contributo alla conoscenza dei fenomeni di erosione nella zona delle sabbie gialle compresa nella parte collinosa del bacino del Santerno, discutendo anzitutto la natura delle rocce del suddetto bacino (tra cui anche le argille turchine del Pliocene) dal punto di vista geomorfologico, a seconda cioè delle forme che in dette rocce imprime l'azione erosiva delle acque. (E. Tissi)

Baldacci L. — *Le condizioni minerarie dell'Eritrea.* (Bibl. Geogr. De Agostini, Vol. I: ***L'Eritrea Economica***, pag. 225-246, con 9 fig.). — Novara.

In questa nota l'autore porge anzitutto la descrizione geologica della serie dei terreni che costituiscono il territorio della Colonia Eritrea ed in particolar modo di quelli che racchiudono la massima parte dei giacimenti minerari.

La serie in parola è, dal basso all'alto, cosí costituita:

a) *Serie cristallina,* comprendente gneiss, calcescisti, filladi, scisti cristallini di varia natura e rocce granitoidi;

b) *Gruppo delle arenarie,* dette di Adigrat dal Blanford, che in alcune località raggiungono una potenza di oltre 200 metri. Sono arenarie a grani di quarzo con cemento siliceo o felspatico e con colore variabile. La loro età geologica è tuttora incerta, ma dal fatto che al sud della Colonia sono ricoperte da calcari giuresi è lecito arguire che esse possano spettare ad orizzonti compresi tra il Giurese ed il Trias;

c) *Basalti dell'altipiano* costituenti il complesso denominato *Serie trappica* dal Blanford, serie che nella nostra Colonia ha una grande estensione ed è notevolmente diffusa in tutto il territorio etiopico.

d) *Terreni della serie costiera.* Sono compresi tra il ciglio dell'altipiano e la costa e costituiti da formazioni del Terziario superiore e del Quaternario (argille, marne, molasse, conglomerati, calcari concrezionati, gessi, calcari coralligeni). Coi terreni di questa serie si alternano anche formazioni di origine vulcanica e più spesso vi si sovrappongono con apparati vulcanici ben definiti e talvolta imponenti, del più alto interesse scientifico.

La serie dei terreni cristallini, potente e complessa, costituisce l'imbasamento e la massa principale dei monti etiopici e di tutto il continente africano.

All'odierno stato degli studi, torna assai difficile l'assegnare a quel potente complesso di rocce una precisa età geologica; si può tuttavia ritenerlo, almeno nella sua massima parte, prepaleozoico ed arcaico.

La serie cristallina può astrattamente suddividersi in due grandi gruppi; quello – cioè – delle rocce massicce e quello delle rocce scistose.

Tra le prime si annoverano graniti normali, granititi, granititi orniblendiche, granodiorite (adamellite), diorite quarzifera, orniblendite pirossenica, ecc.; nella serie cristallino–scistosa invece, che è la principale sede dei giacimenti metalliferi eritrei, si trovano in predominio scisti filladici, e, successivamente, scisti quarzitici, calcescisti con calcari cristallini, micascisti, anfiboloscisti, prasiniti, scisti cloritici, scisti sericitici, gneiss, ecc. La formazione cristallina è frequentemente attraversata da filoni di porfidi, di quarziti, di trachiti, di basalti, ecc.

Assai frequenti i filoni di quarzo, ed in questi si trova quasi sempre l'oro in pagliuzze o diffuso nella massa.

I filoni di quarzo aurifero sono incassati negli scisti cristallini e presentano dimensioni variabilissime e variabilissimo contenuto in oro.

I filoni eritrei, analogamente a quanto si verifica in altre regioni, hanno direzione prevalentemente parallela a quella delle assise del terreno che li racchiude. Per ciò che concerne la loro genesi sembra possa ammettersi che si sieno formati per il riempimento di spaccature prodottesi nel terreno durante movimenti orogenici per opera di soluzioni acquee contenenti l'acido silicico insieme agli elementi mineralizzanti.

L'autore viene quindi a parlare delle concessioni accordate dal Governo, soffermandosi specialmente su quella dello Hamasèn, ottenuta dalla *Società Eritrea per le Miniere d'oro,* concessione che occupa una estensione di circa 20 mila ettare, e che oltre alla miniera di Medrizien, in corso di lavorazione, comprende i giacimenti auriferi più o meno esplorati di Sciumaghellé, Adi Conzì, Regina di Saba, Tombe Abissine e Az Nefàs.

L'autore descrive particolareggiatamente i giacimenti in parola, i lavori che vi sono stati eseguiti, i tratti caratteristici dei rispettivi filoni, ed in particolar modo del filone *Martini* che si lavora a Medrizien, la natura e l'entità degli impianti installativi, le modalità della coltivazione e del trattamento metallurgico, le previsioni sul loro avvenire, ecc.

Viene quindi a parlare delle concessioni del Maldi e del Torat, dei minerali cupriferi di Adi Nefas, dei filoni di Tucul, dei giacimenti della Valle dell'Ànseba, dell'ammasso mineralizzato di Angia-Hai, dei giacimenti auriferi nei Commissariati di Agordat e di Barentù (giacimenti di Gahafì, di Dasè, filone di Alamù) e finalmente dei giacimenti di altri metalli, cioè di rame, di ferro e di manganese di Ghedam.

Riassumendo il contesto della sua memoria l'autore conclude col rilevare che principalmente due regioni, cioè quelle dell'Asmara, con la miniera di Medrizien e coi promettenti filoni di Adi Conzì e di Az Nefàs, e quella del Gash, con i filoni di Dasè, presentano già le caratteristiche di campi minerari di decisa importanza, e che anche la valle dell'Ànseba coi suoi filoni di Seroà potrebbe dar luogo ad una industria mineraria remunerativa.

Il proficuo sfruttamento degli accennati giacimenti è però subordinato alle tre condizioni seguenti:

1°) che possa crearsi una conveniente viabilità che consenta l'economico trasporto di macchine, di combustibile e di altri prodotti inerenti all'esercizio delle miniere e delle officine;

2°) provvedere ai rifornimenti d'acqua creando laghi artificiali in località opportune;

3°) applicare, nel trattamento metallurgico, anche il metodo della cianurazione, avendo l'esperienza fatta a Medrizien, a Seroà ed anche a Dasè dimostrato che l'oro del quarzo non è tutto direttamente amalgamabile, e che anzi coll'amalgamazione non è possibile estrarre che poco più della metà dell'oro contenuto nel minerale e rilevato dalle analisi.

(E. Tissi).

Bernardini L. — *L'acido borico nei prodotti del Vesuvio.* (Rend. Soc. chim. it., S. II, vol. V, pag. 15-16; Rass. min., Vol. XXXVIII, N. 9, pag. 165). — Torino.

Riferisce l'autore che l'acido borico è un prodotto che si riscontra frequentemente nei vulcani attivi ma che al Vesuvio è piuttosto raro. Esso vi fu rinvenuto per la prima volta da Monticelli e Covelli nel 1817, e dopo d'allora fu trovato due volte dal Palmieri, il quale, in base a ricerche spettroscopiche, ritenne che l'acido borico fosse un prodotto costante delle fumarole vesuviane.

Nonostante questa affermazione l'acido borico dopo il 1861 è stato ritrovato solamente nel 1908 da Zambonini e Lacroix come prodotto delle fumarole del gran cono.

L'autore, sebbene da qualche tempo visiti frequentemente, nella sua qualità di chimico del R. Osservatorio Vesuviano, le fumarole attualmente esistenti al Vesuvio, solo una volta, e precisamente il 20 giugno 1912, ha potuto rinvenire dell'acido borico fra i prodotti di sublimazione delle emanazioni gassose del vulcano.

Egli lo rinvenne, in una quantità di circa 9 grammi, sotto forma di lamine cristalline di una purezza chimica assoluta, in una fumarola esistente nell'orlo craterico Nord-Nord-Est e precisamente pochi metri a levante di quella sella nota col nome di « échancrure ».

L'autore raccolse con cura l'acido borico in modo da non lasciarne traccia visibile; ma dopo quella volta, sebbene la temperatura della fumarola e la composizione dell'emanazione non abbiano sensibilmente variato, egli non ha mai più potuto notare la presenza dell'acido borico nè nell'indicata fumarola nè in quelle altre che attualmente esistono all'orlo, sui fianchi e alla base del Vesuvio.

(E. Tissi)

BONOMINI C. — *Il monte Gardio.* (Boll. Soc. geol., it., Vol. XXXI, fasc. 3-4, pag. 462-470). — Roma.

La presente nota non intende rappresentare uno studio completo ma solamente un preliminare contributo alla geologia e alle tettonica del Monte Gardio, costituito dagli orizzonti del Muschelkallk, del Buchenstein, di Wengen e di Reibl, e il cui complesso è caratterizzato da tre fratture che ne disturbano la successione stratigrafica e ne rendono complicata la determinazione tectonica.

(E. TISSI).

BORRI C. — *Sulla costituzione geologica dei terreni dei Bagni di Casciana.* (Atti Soc. tosc. sc. nat. (Memorie), Vol. XXIX, pag. 239-285). — Pisa.

Fa notare l'autore com'egli abbia ritenuto opportuno illustrare una regione sulla quale l'occhio dei geologi si era solo fugacemente soffermato, nonostante essa presenti speciale interesse per la notevole varietà di terreni.

Egli ha quindi sensibilmente modificato il foglio 112 della Carta del R. Ufficio Geologico, sia per l'aggiunta di nuovi terreni sfuggiti nei precedenti rilievi, sia per la delimitazione o per il riferimento cronologico di altri, ed afferma che non ha esitato ad introdurre le accennate varianti, sicuro com'è che i risultati cui giunse sono esatti perchè derivanti da lunghe, pazienti e spassionate osservazioni.

Egli divide il suo lavoro nei seguenti Capitoli:

1°) Cenni bibliografici;

2°) Cenni topografici;

3°) Tectonica;

4°) Retico;

5°) Lias (e terreni ad esso riferiti, cioè Hettangiano, Sinemuriano, Liasiano, Toarciano).

6°) Giura superiore (comprendente il calcare picchiettato ed i diaspri);

7°) Creta;

8°) Eocene (comprendente calcari argillosi e galestri, scisti, calcari, rocce ofiolitiche, calcare nummulitico, arenaria, alberese);

9°) Miocene (comprendente calcari a ***Lithothamnium***, conglomerati, molasse, calcari a Cirripedi, calcari brecciati e cavernosi);

10°) Pliocene (comprendente le argille, le sabbie, il calcare ad ***Amphistegina***);

11°) Quaternario (travertino, ocre ed alluvioni);

12°) Sorgenti (termali, minerali e comuni).

(E. TISSI).

Busachi A. — *Su alcuni giacimenti manganesiferi in Sardegna - Sulla genesi dei giacimenti listati periodici.* (Opus. di 6 pag.). — Iglesias.

In merito ai giacimenti manganesiferi della Sardegna l'autore ritiene verosimile la seguente ipotesi: Delle venute filoniane di biossido di manganese, come manifestazione termale susseguente ad un primo periodo delle venute trachitiche posteoceniche, si verificarono a Carloforte, Portoscuso, Gonnesa, Banari, Castelsardo, dando luogo a filoncelli di psilomelano a Nuraxi Figus dove trovarono delle spaccature ove depositarsi; a filoncelli e ad espansioni sotto forma di concrezioni nei tufi non troppo compatti, talvolta sabbiosi, di Capo Giordano; ad uno strato di pirolusite a Capo Becco, Capo Rosso ed a Bricco Pitticcheddu (Carloforte) inquantochè ivi le soluzioni manganesifere sboccarono in un braccio di mare o in un lago, donde poi precipitarono, dando luogo in molti punti a delle splendide alternanze di straterelli limonitici e di pirolusite.

In una nota suppletiva, riassumendo le considerazioni sulla genesi dei giacimenti in istrati alternati periodici della Sardegna, l'autore così si esprime:

a) Esiste identità tra le mescolanze saline e quelle che si designano col nome di soluzioni; alla curva di fusibilità corrisponde quella di solubilità;

b) Non è possibile, o - meglio - è troppo artificioso spiegare questi giacimenti listati con sorgenti alimentatrici dei bacini di deposizione varianti ed alternantisi come i sedimenti, od altrimenti come dovuti ad alterazione di temperatura;

c) Si può invece ammettere pei giacimenti listati periodici uno sviluppo analogo a quello che può presentarsi negli eutectici, giacchè in tal caso soltanto il fenomeno ha un significato ed un decorso ben definito.

In altri termini i depositi in istrati alternati sono paragonabili, come derivazione e come risultato, alla perthite (strati alternati di albite e di ortoclasio), al diallaggio interlaminato con pirosseno ortorombico, agli sferoidi esistenti nei graniti di Ghistorrai (Fonni) ecc.; l'unica differenza consisterebbe in ciò che la tranquillità di deposizione nei bacini sedimentari ha permesso e favorito l'integrazione dei singoli individui, che si trovano invece sparsi nelle roccie eruttive. (E. Tissi).

Cacciamali G. B. — *Struttura geologica del gruppo del Monte Guglielmo.* (Comm. Ateneo Brescia per l'anno 1912, pag. 84-104). — Brescia.

'autore, facendo seguito ad un suo precedente lavoro dal titolo « Geologia bresciana alla luce dei nuovi concetti orogenici », si propone di dimostrare con la presente memoria la struttura a falde stratigrafiche embricate del versante occidentale della Val Trompia, struttura che coi recenti suoi studi crede di avere sicuramente determinata.

Egli, in sostanza, ritiene che lo stesso motivo tectonico del Bresciano continui anche nel Bergamasco, motivo che può essere riassunto come segue:

1°) Corrugamento in senso alpino od orobico, ossia ENE e rovesciamento delle pieghe a SSE.

2°) Formazione di falde stratigrafiche embricate, per degenerazione delle pieghe più intense in fratture sub-orizzontali, con conseguente sovrascorrimento delle anticlinali ed obliterazione delle sinclinali.

3°) Nelle zone a falde, strati a blande pieghe se in copertura avanzante, ed a pieghe strette se in substrato pigiato.

Quanto all'età il corrugamento è sempre oligocenico, e quanto alle condizioni in cui si produsse è sempre ipogeo, cioè in masse plastiche. Epigee, e quindi in masse rigide, furono soltanto pressioni tangenziali posteriori (plioceniche) le quali determinarono fratture normali all'asse del corrugamento, con relativi affondamenti di zolle e spostamenti delle linee tectoniche anteriori.

(E. Tissi).

Cacciamali G. B. — *Revisione della geologia Camuna.* (Comm. Ateneo Brescia per l'anno 1912, pag. 158-182). — Brescia.

Prendendo occasione da due importanti lavori recentemente compiuti sulla V. Camonica dal Porro e dal Wilchens, l'autore intende con la presente memoria di rettificare alcune osservazioni da lui fatte in precedenza e, nel medesimo tempo, formulare sulla geologia bresciana nuove considerazioni generali che possono riassumersi come in appresso:

A partire dalla grande cicatrice tonalitica e procedendo verso sud, si trovano successivamente in V. Camonica due grandi zone a tectonica diversa, e precisamente dapprima una zona a falde di carreggiamento, e poscia una zona a blandi corrugamenti, disturbata però, nella sua parte meridionale, da fratture con rigetti.

Procedendo ancora più a sud si rinvengono nella V. Trompia due zone consimili, essendo anche qui l'alta valle un paese di falde e la bassa valle un paese a pieghe ordinarie.

Allo stesso modo che la cicatrice tonalitica funzionò da ostacolo determinando a sud di essa falde carreggiate, parimente funzionò da ostacolo il massiccio cristallino dell'alta V. Trompia determinando analoghe falde a sud del massiccio stesso.

Stando all'antica ipotesi del Suess, in tutta la regione periadriatica dovrebbero escludersi i carreggiamenti, e dovrebbe ammettersi la regione stessa costituita unicamente da zone affondate a sud, ossia da successive serie di strati disposte a scala verso la pianura padana.

Ma siccome non si possono negare in provincia di Brescia parziali fenomeni di carreggiamento, così è d'uopo concludere che gli accennati due sistemi tectonici delle falde sovrascorse e delle zone affondate coesistano, si associno e si alternino.

E la possibilità di tale coesistenza viene dall'autore spiegata ammettendo che durante l'orogenesi possa essersi determinato – a seconda delle condizioni locali – or l'uno or l'altro dei due sistemi, o che i medesimi si siano costituiti in tempi diversi. In questo secondo caso si sarebbero dapprima prodotti i carreggiamenti, generatisi in profondità e quindi in masse plastiche, e successivamente i rigetti, generatisi verso la superficie e quindi in masse rigide.

(E. Tissi).

Cacciamali G. B. — *Fratture della Bassa Val Camonica.* (Boll. Soc. geol. it., Vol. XXXII, fasc. 3° pag. 465-470, con 1 tav.). — Roma.

L'autore descrive in questa nota le rotture o soluzioni di continuità manifestantisi negli strati della Bassa Val Camonica in dipendenza del raccordo stratigrafico a curva semicircolare determinato da una piega anticlinale rovesciata a sud, rotta e colla gamba settentrionale sovrascorsa sulla meridionale.

Le due ali di detta piega sono costituite da formazioni permo-triassiche e si uniscono fra loro ad ovest, circuendo a guisa di ellissoide il nocciolo degli scisti cristallini.

La più importante delle accennate dislocazioni o fratture è diretta secondo la linea S. Silvestro-Gorzone-Boario, frattura della quale – sempre secondo l'autore – è rialzato il labbro sud ed abbassato invece il labbro nord, mentre l'immergenza del suo piano è verosimilmente a sud.

(E. Tissi).

Cacciamali G. B. — *L'altopiano di Borno.* (Boll. Soc. geol. it., Vol. XXXII, fasc. 1°-2°, pag. 165-194, con 1 tav.). — Roma.

Riferisce l'autore che la metà settentrionale dell'altopiano di Borno offre una tectonica alquanto complicata e relativamente anormale, resa complessa da una singolare concomitanza di fatti.

Le particolarità tectoniche sono anzitutto caratterizzate dalla presenza di fratture, tanto nell'estremo occidentale quanto in quello orientale dell'altopiano. In dipendenza di questi due fasci di fratture la plaga viene suddivisa in tre zolle di cui la centrale è sopraelevata, mentre le laterali sono affondate.

Furono tali fratture, e più ancora i conseguenti moti verticali, che vennero, in tempi posteriori, a complicare una tectonica originariamente abbastanza semplice e normale, la quale doveva consistere in una falda di ricoprimento che fu in seguito quasi totalmente abrasa nella parte intermedia e verso la Val Camonica, mentre si è assai meglio conservata nelle zone laterali affondate. (E. Tissi).

Caffaratti dott.ª M. — *Il bacino del Chiampo.* (R. Mag. Acque - Uff. Idrogr., Pubb. N. 46 e 47, con 4 fig. e 6 tav.). — Venezia.

Il bacino del Chiampo si trova nei Lessini vicentini e confina a settentrione e ad oriente col bacino dell'Agno, ad ovest ed a sud-ovest per un certo tratto col Progno d'Illasi e pel resto col bacino dell'Alpone.

Il suo studio forma oggetto della pubblicazione N. 46 e 47 dell'Ufficio Idrografico del R. Magistrato alle Acque e tratta della morfologia, dell' idrografia e della permeabilità delle roccie di quella regione.

Lo studio di cui trattasi venne dal Magistrato alle Acque affidato alla autrice, dott.ª M. Caffaratti, allieva dell'Istituto di Geologia della R. Università di Padova, e ciò in vista della particolare conoscenza della regione che l'autrice medesima aveva acquisito in occasione di precedenti lavori.

Nella presente memoria vien data una descrizione generale delle condizioni litologiche, cronologiche e tettoniche dell'area presa in esame, e vengono particolareggiatamente studiati i fenomeni concernenti la morfologia e l'idrologia del torrente principale e dei suoi affluenti, mettendo in opportuno rilievo i rapporti che legano il funzionamento idrografico alla natura geologica del bacino.

Il lavoro è diviso in 3 capitoli principali. Nel primo sono definite la posizione, i limiti del bacino, la sua estensione ed i suoi tratti morfologici principali e delineate le condizioni geotettoniche e petrografiche della regione; nel secondo sono descritti il fiume Chiampo ed i suoi affluenti; e nel terzo sono esposti i risultati più notevoli e le conclusioni che da essi possono trarsi in merito all'età del sistema idrografico ed al suo probabile sviluppo.

La nota è corredata da 4 figure e da sei tavole tra cui la carta della permeabilità delle rocce nel rapporto di 1 a 100 mila.

(E. Tissi).

Canavari I. — *La Carta geo-agronomica di Casalina* (*Perugia*). (Atti Soc. tosc. sc. nat. (Memorie), Vol. XXIX, pag. 3-38). — Pisa.

La nota riassume i caratteri fisico-geografici, i caratteri geologici e le osservazioni meteorologiche dei terreni che si estendono lungo la Valle del

Tevere da nord a sud fra Deruta e Collepepe e da est ad ovest fra Castelleone e Papiano, ossia della zona che comprende la Tenuta di Casalina.

Tali terreni si suddividono, quanto all'origine, nelle due solite categorie di autoctoni e di alloctoni. Alla prima categoria si debbono riferire tutti i terreni della collina, ed alla seconda quelli dovuti alle alluvioni del Tevere e del suo affluente Paglia.

Dal punto di vista chimico poi, in base ai resultati delle analisi eseguite, gli stessi terreni possono classificarsi nel modo seguente:

1°) *Silicei*, quali ad esempio quelli provenienti dal disfacimento delle sabbie con ciottoli attribuite al Quaternario antico;

2°) *Silico-calcarei*, come quelli provenienti dal disfacimento delle sabbie, pure riferite alla stessa epoca;

3°) *Silico-alluminosi*, quali sono quelli che provengono da una parte delle argille del Quaternario antico e delle sabbie con ciottoli, e dagli autoctoni;

4°) *Silico-alluminoso-calcarei*, come quelli provenienti dal disfacimento dei galestri eocenici;

5°) *Silico-alluminoso-subcalcarei*, come quelli provenienti da una parte degli strati argillosi e da una parte degli strati sabbiosi con ciottoli.

(E. Tissi).

Canavari M. — *Relazioni compilate dalla Commissione tecnica per lo studio delle condizioni presenti del Campanile di Pisa. – Studi geologici del sottosuolo.* (Vol. in 4° di 36 pag. con 7 tavole). — Firenze.

La presente nota concerne gli studi geologici del sottosuolo del Campanile di Pisa e sue adiacenze, ed è un estratto delle Relazioni compilate dalla Commissione tecnica per la ricerca delle condizioni presenti del medesimo Campanile, in seguito al dubbio sorto che la stabilità dell'insigne Monumento potesse essere compromessa dalle polle d'acqua che scaturiscono presso la sua base.

Per avere un'idea della natura e dell'andamento dei terreni sottostanti al Campanile furono eseguiti dei saggi nel 1907 a cui fecero seguito altri praticati nel 1910, e questi ultimi effettuati a scopo gneognostico ed idrologico, allo intento, cioè, di conoscere più esattamente la successione stratigrafico-litologica dei terreni ed il regime delle falde acquifere.

Nella nota sono dettagliatamente indicate le particolarità gneognostiche e stratigrafiche messe in evidenza dai saggi, ed è del pari indicata la natura e la quantità delle materie portate a giorno dalle polle d'acqua.

L'autore dichiara bensì che la quantità di tali materie non è ancora tale da preoccupare per l'odierna stabilità del celebre Monumento, ma ricorda tuttavia che le cause piccole ma continue sono appunto quelle che col tempo producono effetti imponenti. E poichè nel caso attuale il fenomeno tende a produrre vuoti nel sottosuolo immediato del Campanile, ritiene sia opera provvida di cercare il modo di eliminarlo o per lo meno di attenuarlo.

(E. Tissi).

Canestrini S. — *I minerali dell'Ossola.* (Illustr. Ossolana, Anno IV, N. 3–4, pag. 48–53, e N. 5–6, pag. 80–83). — Domodossola.

Dopo aver ricordato che nella regione Ossolana ha grande sviluppo e prevalenza la formazione gneissico–scistosa nelle più complete varietà di struttura, l'autore descrive i minerali che rinvengonsi o che furono rinvenuti in passato nella regione medesima, la massima parte dei quali però non ha che un interesse puramente scientifico. (E. Tissi).

Ceruti G. — *Sulla radioattività delle acque minerali di Courmayeur.* (Rend. R. Ist. Lomb., S. II, Vol. XLV, fasc. XIX, pag. 936–944). — Milano.

Riferisce l'autore che le principali sorgenti minerali di Courmayeur sono la *Vittoria*, la *Regina* e la *Margherita*, la cui temperatura è, rispettivamente, di 14°, 9° e 24° centigradi.

Dopo aver ricordato che quasi tutte le acque del sottosuolo sono radioattive e che le acque minerali e termali lo sono in grado maggiore, l'autore descrive il metodo da lui seguito per la determinazione della radioattività di quelle acque ed espone i risultati ottenuti, da cui emerge che le sorgenti Vittoria e Regina hanno la stessa radioattività mentre la sorgente Margherita è più radioattiva.

Soggiunge l'autore che tale radioattività, molto debole per tutte, dovuta alle emanazioni sciolte nelle acque è data certamente in parte da emanazione di radio.

Nella nota sono indicati anche i risultati delle analisi chimiche eseguite su ciascuna delle tre acque anzidette. (E. Tissi).

Checchia-Rispoli G. — *Sopra alcuni Echinidi oligocenici della Cirenaica.* (Estr. dal Giorn. di sc. nat. ed econ., Vol. XXX, opus. di 10 pagine con 1 tav.). — Palermo.

Questa nota concerne lo studio di alcuni Echinidi provenienti da una località situata tra Derna e Cirene, trovati dal Cav. Ignazio Sanfilippo in un calcare marnoso di colore giallo cupo, talora rossastro per l'abbondanza dell'ossido di ferro, ascrivibile all'Oligocene inferiore.

Nella nota sono descritti ed illustrati il *Tretodiscus Duffi* (*Amphiope Duffi* Greg.) e l'*Echinolampas chericherensis* Gauth. (E. TISSI).

CHECCHIA-RISPOLI G. — *Osservazioni geologiche sull'Appennino della Capitanata.* Parte II^a. (Estr. dal Giorn. di sc. nat., ed econ., Vol. XXX, Anno 1913, opus. di 10 pag.). — Palermo.

In questa monografia, che fa seguito ad altra dello stesso autore e che ha per oggetto la descrizione geologica dell'Appennino della Capitanata, si prende a considerare il territorio compreso tra il corso del Fortore ed i paesi di Carlantino, Castelnuovo della Daunia, Pietra Montecorvino e S. Marco la Catola, nel quale territorio prevalgono le argille scagliose con strati di calcare ed arenarie dell'Eocene, nonchè la formazione calcareo-marnoso-arenacea del Miocene medio.

Le argille scagliose sono dall'autore riferite a strati di passaggio fra il Luteziano e l'Auversiano, ed un tale riferimento è desunto dall'esame dei foraminiferi. Al Langhiano l'autore riferisce la parte inferiore della formazione miocenica, rappresentata da marne e calcari marnosi, ossia da quei medesimi strati che si incontrano in altri punti dell'Appennino e che molti geologi insistono a ritenere eocenici.

L'autore li crede invece miocenici, e ciò sia perchè riposano in trasgressione sull'Eocene, sia perchè non contengono nummuliti, ma soltanto *Lepidocyclina* e *Miogypsina.*

Gli strati arenaceo argillosi, che costituiscono la parte superiore di quella compagine, sono dall'autore riferiti all'Elveziano. (E. TISSI).

CHECCHIA-RISPOLI G. — *Marmitte di erosione marina lungo la costa di Castellammare del Golfo.* (Estr. dal Giorn. di sc. nat. ed econ., Vol. XXX, opus. di 4 pag. con 2 tav.). — Palermo.

L'autore descrive in questa nota le marmitte o buche, dette anche *molini di mare*, che si osservano nel tufo calcare (breccia conchigliare di color bianco gialliccio o rossiccio, più o meno compatta, di età post-pliocenica) assai sviluppato nella parte nord-ovest della Sicilia e specialmente nel tratto di costa che si estende dalla stazione dello Zucco a Castellammare del Golfo e si interna fin sotto Alcamo.

Sono cavità verticali, a sezione cilindro-conica, disposte secondo una linea parallela a quella della spiaggia, ad ineguale distanza l'una dall'altra.

Le loro dimensioni variano da 1 a 3 metri di profondità e da 0,40 ad 1 metro di diametro. Hanno le pareti levigate e vi si osservano dei solchi spirali grossolani oltre ai piani di divisione degli strati.

L'autore crede che le cavità di cui trattasi siano dovute ad una erosione prodotta dal mare durante la elevazione di quelle terrazze litorali sul cui ciglione sono escavate.

Altri esempi di simili cavità furono segnalati nell'isola di Aci-Trezza, nella penisola Salentina, nella Liguria e lungo la costa garganica a sinistra di Vieste.

Due tavole corredano la nota. (E. Tissi).

Chelussi I. — *Sulla natura e sulla origine dei conglomerati terziari delle colline di Torino.* (Boll. Soc. geol. it., Vol. XXXII, fasc. 3°, pag. 371-397). — Roma.

Nella memoria sono esposti i risultati dello studio petrografico, eseguito dall'autore, di una numerosa serie di ciottoli e di frammenti di rocce, per lo più cristalline, che costituiscono i conglomerati terziari delle colline che si estendono da Torino a Casale.

Dopo aver descritto, uno ad uno, i ciottoli presi in esame, l'autore specifica, in apposito quadro, le principali roccie da cui i ciottoli stessi provennero, e dall'esame di detto quadro possono trarsi le seguenti deduzioni:

1°) In quasi tutti i conglomerati delle colline di Torino si trovano, in ordine di frequenza, micascisti e gneiss, porfidi quarziferi, graniti e granititi tipo Baveno, roccie metamorfiche a glaucofane, serpentine, gabbri; rari i calcari e le arenarie.

2°) Caratteristici appaiono: i porfidi quarziferi, il granito roseo tipo Baveno, le roccie a glaucofane e – sebbene scarsa – la diorite quarzifera a tipo dioritico del serizzo ghiandone valtellinese.

3°) I porfidi quarziferi sembrano più frequenti nei conglomerati più antichi; i gabbri invece compariscono soltanto nel conglomerato più recente dell'Elveziano.

4°) I porfidi quarziferi, la granitite tipo Baveno, alcuni, sebbene rari, calcescisti con serpentino, i gneiss ed i micascisti con la loro frequenza e la diorite quarzifera determinano, secondo l'autore, con sufficiente esattezza l'area della regione dalla quale derivano molti di questi ciottoli, area compresa tra il Lago Maggiore e il Lago d'Orta, il Monte Rosa ed il Gran Paradiso, inquantochè soltanto nella medesima si trovano i porfidi quarziferi e le dioriti quarzifere. Le roccie verdi, di cui si hanno abbondanti ciottoli nelle colline di Torino, possono provenire dalle Alpi Cozie, dalle Graie e dalle Pennine.

Nulla prova che i ciottoli dei conglomerati torinesi provengano dalle Alpi Marittime; le serpentine ed i gabbri non possono provenire dalle formazioni ofiolitiche del Bobbiese per l'abbondanza di porfidi, dioriti, pietre verdi a glaucofane ecc. e per l'assenza delle diabasi che sempre accompagnano le formazioni ofiolitiche dell'Appennino.

In conclusione l'esame petrografico degli accennati ciottoli indusse l'autore nella convinzione che le roccie da cui essi provengono sono situate nelle Alpi a nord delle colline di Torino. (E. Tissi).

Chelussi I. — *Nuove ricerche petrografiche sopra alcuni fondi di mare del Mediterraneo.* (Boll. Soc. geol. it., Vol. XXXII, fasc. 1°-2°, pag. 143-159). — Roma.

Facendo seguito ad una sua precedente memoria, nella quale espose la composizione mineralogica di 16 saggi di fondo del Mediterraneo, raccolti in diverse Campagne idrografiche dalle navi della R. Marina, l'autore presenta in questa nota l'analisi petrografica di un'altra serie di saggi di fondo, pure del Mediterraneo e parimente raccolti da alcune navi della R. Marina italiana.

Dall'esame di questi 39 saggi e dei 16 studiati nella nota precedente l'autore crede di poter dedurre le conclusioni seguenti:

1°) I fondi di mare dopo lavaggio e decalcificazione dànno un residuo generalmente assai scarso, che può essere di natura argillosa o di natura arenacea, povero il primo, molto ricco il secondo di minerali colorati;

2°) La ricchezza in minerali dei saggi di fondo marino è assolutamente indipendente dalla profondità a cui furono prelevati;

3°) Prescindendo dal quarzo, dai feldspati e dai carbonati, esiste, in generale, molta maggiore affinità nella composizione mineralogica tra i fondi di mare e le sabbie litorali della costa più prossima ai punti di prelevamento, che non tra le sabbie litorali e le rocce della costa e dell'entroterra;

4°) Gli anfiboli azzurri sembrano sparire nei saggi del Tirreno meridionale; questi saggi, per la relativa abbondanza dell'augite verde, si avvicinano alle sabbie della costa Calabro-Napoletana, quasi ovunque ricchissime di questo minerale;

5°) Nel golfo di Taranto vi sono fondi di mare ricchi d'anfibolo azzurro e di pirosseno verde.

L'autore ritiene che la presenza dell'anfibolo azzurro sia dovuta alla corrente che discende lungo la costa adriatica d'Italia, corrente che trasporta dapprima le torbide del Po e dei fiumi appenninici e successivamente il pirosseno verde della costa pugliese fino al Capo di S. Maria di Leuca, volgendo quindi verso Nord in direzione di Taranto e verso Ovest lungo la costa calabrese.

L'autore non ritiene probabile l'origine del glaucofane di Taranto dagli scisti cristallini della Grecia, e ciò non solo per la grande distanza che separa le due località ma anche per la natura alquanto diversa dell'anfibolo azzurro dell'Arcipelago greco. (E. Tissi).

Ciampi A. — *Fossili della Nurra.* (Res. Ass. min. Sarda, Anno XVIII, n. 7, pag. 7-9). — Iglesias.

Nella zona dei giacimenti ferriferi della Nurra, l'autore ebbe occasione di notare delle impronte fossili in una roccia scistosa di colore verde chiaro, dura e compatta, untuosa al tatto e contenente minute particelle di mica.

Le accennate impronte constano di piccoli corpi tronco-cilindrici o tronco-conici a superficie formata da sottili anelli sovrapposti; le deduzioni dell'autore e di altri studiosi al cui esame i fossili furono presentati, concordano nel ritenere trattarsi di fossili del genere *Tentaculites*, riferibili al Siluriano superiore e al Devoniano. (E. Tissi).

Clerici E. — *Sui sedimenti dei laghi di Scanno e di Piediluco.* (Boll. Soc. geol. it., vol, XXXII, fasc. 4°, pag. CCIII-CCVI con 1 tav.). — Roma.

In questa nota sono esposti i risultati delle analisi dei saggi di fondo raccolti nei laghi di Scanno e di Piediluco in occasione delle escursioni eseguite dai membri della Società geologica nel settembre 1913.

Il saggio di fondo preso nel lago di Scanno è di colore piuttosto chiaro per l'abbondanza del calcare. La porzione di minerali pesanti è prevalentemente costituita da augite; vi sono poi magnetite, melanite, scarse orneblenda e biotite, scarsissimi anfibolo, tormalina, zircone, granato. La sabbia è ricca di fossili, o frammenti di fossili consistenti in spongoliti, radiolarie e foraminifere.

La sabbia raccolta nel lago di Piediluco differisce da quella del lago di Scanno per il quantitativo di carbonato di calcio e per l'insieme dei minerali pesanti. L'augite non è più il minerale prevalente, bensì le miche, il granato roseo, la tormalina, l'anfibolo azzurro, lo zircone.

Abbondanti sono anche qui i fossili, cioè foraminifere, radiolarie e pezzi di spongoliti.

Il saggio raccolto nel medesimo lago, ma sulla opposta sponda, è invece alquanto diverso e si ravvicina a quello del lago di Scanno per l'abbondanza dell'augite e per l'insieme dei minerali pesanti. (E. Tissi).

Colamonico C. — *Le acque sotterranee in Puglia.* (Boll. Soc. geogr. it., S. V., Vol. II, n. 5, pag. 527-538). — Roma.

L'autore esordisce col rilevare che la grande semplicità che distingue l'idrografia sotterranea nei calcari compatti di Puglia, costituisce anche il carattere fondamentale della circolazione delle acque nei terreni più recenti che vi si sono originati.

Questi terreni, prevalentemente pliopleistocenici, sono quasi tutti di natura calcarea, argillosa o sabbiosa e si sono depositati sopra i calcari cretacei di base. E' quindi evidente che le forme diverse con cui la circolazione delle acque vi si compie, dipendono dalla presenza delle argille e dalla posizione che queste hanno rispetto alle altre roccie da cui sono coperte e sorrette. Bisogna altresì tener presente che le argille pugliesi sono di solito marnose o sabbiose, onde la loro impermeabilità è strettamente connessa a questo diverso grado d'impurità. D'ordinario esse riposano sui calcari sabbiosi pliocenici o direttamente sui calcari cretacei fondamentali e sorreggono depositi più recenti di arenarie e sabbie giallastre, di ciottoli e conglomerati grigio giallastri e di ciottoli ed argilla terrosa rossastra.

Là dove presentano condizioni di sufficiente impermeabilità arrestano delle falde non molto profonde di acque freatiche; dove invece le argille mancano, l'idrografia sotterranea segue sempre le leggi già note della circolazione delle acque nei calcari cretacei di quella regione.

Relativamente alla localizzazione delle roccie permeabili in Puglia, l'autore ricorda che i calcari eocenici s'incontrano quasi esclusivamente nel promontorio del Gargano, dove vengono utilizzate non poche sorgenti litoranee, talune delle quali con acque potabili veramente buone.

Di grande importanza sono nella regione pugliese le acque trattenute dagli strati argillosi pleistocenici, i quali largamente estesi nel Salento e nel Tavoliere e, meno diffusamente, nella zona murgiana, costituiscono l'unico vero deposito impermeabile delle Puglie.

Frequente è il caso in cui le argille sottostanno a depositi sabbiosi ed arenacei che assorbono le acque di pioggia. Si determina per tal modo una vera falda di acque freatiche, che in molti luoghi è abbondante e costante ed alimenta migliaia di pozzi. Negli strati argillosi sono spesso interposti banchi più o meno potenti di sabbie e ghiaie che dànno luogo a diversi livelli acquiferi di portata variabile. Resta con ciò spiegata la facoltà ascensionale onde sono dotate alcune falde acquifere intercluse tra due strati impermeabili o semi-impermeabili argillosi.

Nel Tavoliere pertanto, ove simili terreni si sono più ampiamente depositati, s' incontrano acque sotto pressione che salgono anche al livello del suolo.

Il Tavoliere di Puglia è quasi interamente costituito dagli anzidetti terreni quaternari, che vi si rinvengono fino a notevole profondità e che rendono più varia e complessa la circolazione delle acque sotterranee. Il Gargano finisce sul Tavoliere con le rocce calcaree del Pliocene e con quelle del Cretaceo, le quali sono ricoperte in discordanza dagli strati sabbiosi e ghiaiosi dell'Olocene che vi si sono addossati.

Premesso quanto sopra, risulta chiaro che l'idrografia del Tavoliere debba essere riguardata da due diversi punti di vista, a seconda che si tratti delle acque scorrenti in strati ghiaiosi intercalati alla potente formazione argillosa, o delle acque che da queste medesime argille vengono sostenute: le prime — vere acque profonde — sono particolari del Tavoliere; le seconde invece — semplici acque freatiche — sono comuni alle altre zone pugliesi.

Le acque sotterranee profonde, superiormente protette da una coltre impermeabile, inclinano dall'Appennino al mare e si presentano meno copiose nelle regioni periferiche, mentre si manifestano a diversi livelli, a diversa profondità ed in più larga misura nelle zone più lontane dalle alture appenniniche. Questa maggiore ricchezza di acque profonde nella parte orientale del Tavoliere valse perfino ad ingenerare in qualcuno l'errata supposizione che esse derivassero dal Gargano anzichè dall'Appennino, non tenendo conto del distacco evidentissimo che il promontorio garganico presenta dal Tavoliere sulla valle del Candelaro.

L'autore deduce pertanto non potersi in alcun modo sostenere che l'acqua profonda incontrata col pozzo artesiano di Trinitapoli provenga dal Gargano, mancando nel Gargano il duplice potente strato impermeabile, tra mezzo al quale dovrebbe scorrere l'acqua sotto pressione rinvenuta a Trinitapoli, ossia nella parte sud–orientale del Tavoliere.

E' quindi — insiste l'autore — fuori di dubbio che l'acqua profonda nel Tavoliere orientale deriva dall'Appennino, sul cui fianco di levante la fascia di terreni argillosi pleistocenici si distende assai ampiamente, affiorando nelle zone più alte e sottostando nelle meno elevate a depositi più recenti.

Del resto la potente massa argillosa del Tavoliere non si presenta interrotta da un solo banco ghiaioso acquifero ed a profondità tanto considerevole, giacchè nella stessa perforazione di Trinitapoli si incontrarono acque sotto pressione anche a minore distanza dal piano di campagna.

Risulta dal fin qui detto che l'idrografia profonda del Tavoliere resta, allo stato delle cose, affermata dal solo pozzo di Trinitapoli, mentre tranne il tentativo di Foggia ed uno ancora più modesto presso Lucera, nessuna ricerca, neppure superficiale, è stata compiuta nella zona occidentale del bassopiano.

Nella regione murgiana non mancano conche quaternarie impermeabili coperte da terreni di facile assorbimento; sono però di solito addossate ai calcari cretacei fondamentali e di limitata potenza.

Più diffusi si presentano questi depositi pleistocenici nella penisola Salentina, ove i calcari mesozoici costituiscono ugualmente la stratificazione di base, ma sorreggono non di rado decine e decine di metri di terreni più recenti, nei quali la circolazione delle acque si compie con caratteri più vari e complessi.

Dalle suesposte considerazioni si possono trarre le conclusioni seguenti:

1°) Nella massima parte della regione pugliese, fondamentalmente costituita dai calcari compatti del Cretaceo, predomina l'idrografia sotterranea carsica che ha per livello di base quello del mare, verso cui sono quindi dirette, in forma di esilissime vene, le acque dell'interno;

2°) Nella parte sud-orientale della Terra d'Otranto i calcari compatti di base sorreggono depositi più o meno potenti di *pietra leccese* miocenica, nei quali si manifestano dei livelli acquiferi a profondità variabili;

3°) In molte zone superficiali del Tavoliere, delle Murge e del Salento, ove si sono depositati terreni pliopleistocenici, le acque meteoriche, dopo attraversati i calcari sabbiosi detti tufi, o le arenarie, sabbie e ciottoli, si arrestano su banchi più o meno potenti di argille, determinando falde freatiche poco profonde, cui attingono migliaia di pozzi locali;

4°) Negli strati profondi del Tavoliere, ove con le argille si alternano terreni permeabili ghiaiosi o sabbiosi, le acque si trovano sotto pressione, e, dotate di potere ascensionale, si spingono anche sopra il livello del suolo se vengono raggiunte dalla sonda.

(E. Tissi).

Coulant E. — *Sull'esplorazione mineraria dell'Italia Libica.* (Rass. min., vol. XXXVIII, n. 5, pag. 81-83). — Torino.

L'autore espone alcune considerazioni sull'utilità di un accurato studio per la ricerca di sostanze minerali utili nella Libia italiana ed in modo speciale dei giacimenti fosfatici.

(E. Tissi).

Craveri M. — *Cenni di geologia applicata sul territorio di Calliano Monferrato.* (Boll. Soc. geol., vol. XXXI, fasc. 3-4, pag. 395-411). — Roma.

La nota contiene alcune osservazioni di geologia pratica che l'autore ebbe occasione di fare nel 1911 sul territorio di Calliano Monferrato.

Oltre la descrizione della costituzione geologica e dei caratteri orografici ed idrografici della località, l'autore si occupa anche dell'agricoltura, dell'igiene e delle risorse industriali di quella plaga monferrina.

(E. Tissi).

CREMA C. — *Relazione preliminare sulla campagna geologica dell'anno* 1911. **Abruzzo Aquilano.** Foglio 145. (Avezzano). (Boll. R. Com. geol. it., vol. XLIII, fasc. 1°, pag. 61-63). — Roma.

La zona studiata è compresa fra il fiume Salto e la conca aquilana estendendosi all'incirca dal rio Torbo alla valle Amara presso M. Orsello.

L'impalcatura della regione è costituita dai calcari cretacei nei quali i fossili raccolti hanno permesso di accertare la presenza di almeno 3 piani: il Cenomaniano, il Turoniano ed il Senoniano. Su quest'impalcatura si adagiano in perfetta concordanza pochi lembi di calcari numulitici (Eoc. inf.).

Il Miocene è largamente rappresentato dalla nota formazione calcareo-marnosa-arenacea e si adagia indifferentemente sul Cretaceo o sull' Eocene.

L'A. insiste particolarmente sull'importanza delle discordanze per erosione, che si osservano fra i calcari nummulitici ed i calcari marnosi con fossili miocenici e che talvolta sono messe in maggior evidenza dall' interposizione fra le due serie di un conglomerato costituito esclusivamente da ciottoli dei varii calcari eocenici, poichè questo fatto ben accertato permette di considerare come chiusa per la regione la così detta *questione eo-miocenica.*

Il Quaternario comprende alluvioni a grossi ciottoli con ossa di grossi mammiferi; argille a *Planorbis* od a filliti con interletti tripolacei o lignitiferi, piccoli lembi di pozzolane, ecc.

Trattandosi di una regione poco estesa, priva di regolare delimitazione come di ogni unità orografica ed inoltre in gran parte circondata da territorii non per anco rilevati l'A. accenna appena alla tettonica essenzialmente determinata da alcune grandi faglie. (C. C.).

CRUCIANI A. — *Uno sguardo ai giacimenti metalliferi dei territori di Fiumedinisi e di Novara di Sicilia, in provincia di Messina, ed alle loro condizioni di sfruttamento industriale.* (Rass. ind. solf., Anno XXV, n. 2, pag. 1-6). — Caltanissetta.

In questa nota, che fa seguito ad altra precedente sullo stesso argomento, l'autore enumera le località da lui visitate nel giugno 1911 nei territori di Fiumedinisi e di Novara di Sicilia (Messina), nelle quali scorgonsi tracce più o meno promettenti di mineralizzazioni piombifere e cruprifere nonchè vestigia di lavorazioni eseguite in passato.

Riferiti i rilievi fatti sul posto l'autore espone alcune considerazioni intorno alle modalità secondo cui dovrebbero condursi gli eventuali lavori di ricerca. (E. TISSI).

Cruciani A. — *Sui fenomeni di alterazione che si osservano agli affioramenti dei depositi metalliferi.* (Rass. ind. solf., Anno XXV, n. 5, pag. 1-3). — Caltanissetta.

La nota riassume il contesto di due articoli, l'uno dell'ing. F. Peters (*Étude des altérations superficielles des gîtes métallifères*) e l'altro del sig. W. H. Emmons (*Afloramientos de los yacimentos metalliferos*), pubblicati, il primo, nella « Révue Universelle des Mines et de la Métallurgie », e l'altro nel « Boletin de le Sociedad Nacional de Mineria del Chile », e l'autore ne applica le deduzioni ai giacimenti metalliferi di Fiumedimisi e di Novara di Sicilia — dei quali è parola nella precedente bibliografia — per ciò che concerne i caratteri che essi presentano in vicinanza della superficie.

(E. Tissi).

Cruciani A. — *Brevi appunti sulle concentrazioni di solfato di soda con riferimento agli analoghi depositi della Sicilia.* (Rass. ind. solf., Anno XXV, n. 7, pag. 1-7). — Caltanissetta.

La nota ha per oggetto i giacimenti di solfato di soda che rinvengonsi in contrada Mangiabue, territorio Comunale di Montedoro (Caltanissetta) e che per qualche tempo formarono oggetto di coltivazione.

L'autore riassume le teorie esposte da vari studiosi sulle caratteristiche e sul modo di formazione del solfato di soda e ritiene che la sua minerogenesi sia intimamente connessa con quella dei depositi di salgemma della Sicilia, dei quali egli ebbe ad occuparsi in precedenti scritti.

(E. Tissi).

Cuccia L. — *Sull'ematite del Vesuvio.* (Rend. R. Acc. Lincei, S. V, Vol. XXII, fasc. 11°, pag. 587-593). — Roma.

Sono esposti i risultati degli studi dall'autore eseguiti su di un campione di ematite proveniente dal Fosso di Cancherone (Somma-Vesuvio) e che si conserva nel Museo mineralogico della R. Università di Parma.

Scopo della memoria è di aumentare il numero di osservazioni per la determinazione del rapporto assiale dell'ematite, per il quale furono, da parecchi cristallografi, trovati valori non del tutto concordanti.

(E. Tissi).

De Alessandri G. — *Sopra l'età degli scisti bituminosi di Besano.* — Boll. Soc. geol. it., Vol. XXXII, fasc. 1°-2°, pag. 160-164). — Roma.

In un suo precedente lavoro sopra l'ittiofauna triasica lombarda, l'autore stabiliva che gli scisti di Besano potevano considerarsi coevi a quelli di Raibl, ed alla medesima conclusione erano prima di lui pervenuti altri studiosi.

Ma in un recente studio sui molluschi fossili degli stessi giacimenti, il dott. Airaghi affermò che gli strati contenenti i fossili dall'autore studiati, che sono gli strati più profondi della zona bituminosa, siano da riferirsi alla parte superiore del *Muschelkalk inferiore* o precisamente alla zona a *Ceratites trinodososus.*

Una tale affermazione è recisamente combattuta dall'autore nella presente nota, nella quale si fa notare che l'appartenere i molluschi a tipi del Muschelkak non indica affatto che la formazione non appartenga al Raibliano, mentre potrebbe invece indurre la persistenza di una fauna sopravissuta e rappresentare precisamente i legami fra due faune di zone che si susseguono. (E. Tissi).

De Gasperi G. B. — *Ghiacciai e traccie glaciali nelle Valli di Salarno e Adamè* (*Gruppo dell'Adamello*). (Boll. del Club Alp. it., Vol. XLI, n. 74, pag. 53–80, con 10 fig.). — Torino.

Questa nota riassume le ricerche eseguite dall'autore per incarico della Commissione del Club Alpino Italiano per lo studio dei ghiacciai, allo scopo specialmente di porre i primi segni sulle fronti di quelli che scendono dal Pian di Neve dell'Adamello verso la Val Camonica.

Il lavoro di segnalazione fu in parte impedito dalle particolari condizioni delle fronti e dai rivestimenti nevosi; nella circostanza l'autore ha potuto tuttavia fare alcune osservazioni sulle caratteristiche forme di modellamento glaciale, splendidamente conservate nelle due valli di Salarno ed Adamè, grazie alla resistenza della roccia granitica che costituisce la quasi totalità del Gruppo dell'Adamello.

Nella nota sono descritti:

1° i ghiacciai dell'Adamello; 2° le valli che circondano il Gruppo dell'Adamello; 3° la topografia della Valle di Salarno; 4° i profili trasversali nella Valle di Salarno; 5° il fondo della Valle di Salarno; 6° il Ghiacciaio di Salarno; 7° le rappresentazioni cartografiche del Ghiacciaio di Salarno; 8° i segni sul Ghiacciaio di Salarno; 9° la Vedretta Millor; 10° i lembi di ghiaccio e nevai tra il Cornetto di Salarno ed il Corno Triangolo; 11° il Ghiacciaio del Giojà; 12° il Ghiacciaio di Poja; 13° altri nevai sotto la Cresta Gioià–Lendeno; 14° i Laghi di Salarno e Macesso; 15° il Laghetto di Gana; 16° la topografia della Valle Adamè; 17° la morfologia dei fianchi della Valle d'Adamè; 18° il fondo della Valle Adamè ed i bacini lacustri colmati; 19° il Ghiacciaio d'Adamè; 20° la Cartografia del Ghiacciaio d'Adamè; 21° il Ghiacciaio sotto la Cima Levade; 22° i ghiacciai e nevai sotto la Cresta M. Fumo-Corno di Greno; 23° le variazioni dei ghiacciai nella zona

Dall'esame diretto dei ghiacciai l'autore ha potuto raccogliere indizi assai appariscenti di un forte ritiro dei ghiacciai maggiori e della non antica scomparsa di altri che si trovavano nei circhi delle due creste di Poja e Buciaga.

Le prove migliori del ritiro si hanno nei ghiacciai principali che scendono dal Pian di Neve e nelle morene, pur esse moderne, che cingono le fronti dei due ghiacciai e che attestano del notevole sviluppo e del susseguente ritiro di questi. (E. Tissi)

De Gasperi G. B. — *Doline alluvionali nell'anfiteatro morenico del Tagliamento.* (Mondo sott., Anno IX, N. 3, pag. 65-68). — Udine.

Sono descritte in questa nota le piccole conche scodelliformi esistenti nella località denominata « Valle morta », fra S. Daniele del Friuli e Fagagna, che l'autore riconobbe per doline di sprofondamento, per le quali hanno appunto scolo le acque che precipitano entro i limiti del bacino. Sono circa una trentina con diametro di 7 a 10 metri e con profondità non superante i due metri; la loro forma prevalente è quella *a piatto*.

L'affondamento del terreno è l'origine prima della dolina e l'ingrandimento della medesima si effettua mediante successivi smottamenti dei cigli della depressione. In certe doline è dato seguire il fenomeno nelle varie fasi del suo ciclo di sviluppo. La causa dello sprofondo è la suberosione della roccia sottostante al materiale detritico della superficie.

Le doline di quell'anfiteatro morenico riproducono in piccolo gli *sprofondi* della pianura pontina ed i *forans* di Vicinale di Buttrio. Consimili doline furono osservate in Carnia nei materiali detritici che ricoprono i gessi e sul Piano di Cansiglio ed in generale in tutte le regioni carsiche ricoperte di detriti e di terra rossa. Anche le conche lacustri sopra ai gessi di Sicilia, studiate dal Marinelli, entrerebbero – secondo l'autore – in questo ordine di fenomeni. (E. Tissi).

Del Campana D. — *Nuovo contributo alla conoscenza del cane quaternario della Valdichiana.* (Boll. Soc. geol. it., Vol. XXXI, fasc. 3-4, pag. 343-358, con 2 tav.). — Roma.

Il risultato delle osservazioni svolte nella memoria è quello di constatare, una volta ancora per la Toscana, l'esistenza di resti di un Cane quaternario avente notevoli somiglianze al *Canis familiaris* Linn., e che poteva raggiungere dimensioni assai vicine a quelle di un grosso lupo.

Il cane di cui trattasi, vissuto durante il Post-pliocene nella Val di Chiana, presentava caratteri abbastanza uniformi, i quali allontanavano –

come lo ha dimostrato l'esame minuzioso dei resti fossili – il Cane della Val di Chiana dal *Canis lupus* Linn., avvicinandolo invece al *Canis familiaris* Linn.

Con ciò resta provata l'esistenza, [anche nel Quaternario d'Italia, di quella forma speciale di Cane che già da tempo era stata segnalata in Francia e che il Bourguignat chiamò col nome di *Canis ferus*, forma che – secondo l'opinione di autorevoli scienziati – sarebbe stata addomesticata dall'uomo neolitico ed avrebbe dato origine, per via di selezioni e di incroci, alle razze domestiche attuali. (E. Tissi).

Del Campana D. — *Batraci e rettili della grotta di Cucigliana* (*Monti Pisani*). (Boll. Soc. geol. it., Vol. XXXI, fasc. 3-4, pag. 412-418). — Roma.

Le specie che l'autore viene illustrando in questa nota sono le seguenti:

Bufo vulgaris Laur.
Bufo viridis Laur.
Zamonis viridiflavus Lacèp.,

ed i relativi avanzi provengono dallo strato superiore della Caverna, che è formato di terra rossa con frammenti di calcare, coproliti ed ossa, crani e mandibole di *Hyaena*, ossa e denti di *Cervus*, *Bos*, *Equus*, *Lepus*, *Sus*, ecc. Mancano resti di Carnivori e del *Rhinoceros*.

La determinazione specifica dei due batraci è stata fatta in seguito a confronti con materiale di altre località toscane; pel rettile è solo da notare che è di maggiori dimensioni dei termini di confronto viventi.

(E. Tissi).

D'Erasmo G. — *Il* Saurorhamphus Freyeri *Heckel degli scisti bituminosi cretacei del Carso triestino*. (Riv. it. di Paleont., Anno XIX, fasc. II, pag. 27-28). — Parma.

Nella memoria sono descritti ed illustrati i fossili provenienti dagli strati di calcare bituminoso scuro del Carso triestino, resti che comparati con gli esemplari stati in precedenza studiati da Heckel e da Kner permettono di stabilire com'essi appartengano alla famiglia *Enchodontidae* e al genere *Saurorhamphus*, elementi rappresentati finora da una sola specie, la *Freyeri* Heckel, riscontrata esclusivamente nel Cretacico del Carso triestino.

Gli strati da cui derivarono i fossili furono riferiti al Cenomaniano; gli esemplari studiati sono di pertinenza del Museo di Storia naturale di Trieste.

(E. Tissi).

De Stefani C. — *La zona serpentinosa della Liguria occidentale*. (Rend. R. Acc. Lincei, S. V., Vol. XXII, fasc. 10°, 1° sem., pag. 661-671). — Roma.

Riassumendo il contesto delle osservazioni esposte nella memoria, l'autore afferma che nella sezione esaminata a ponente della Polcevera i calcari triassici non formano già un unico anticlinale ma bensì una serie di cupole anticlinali e di ellissoidi distinte, aventi direzione meridiana, salvo lievi spostamenti prodotti dai moti più recenti dei terreni circostanti.

Afferma altresì che la medesima disposizione ad anticlinale si ripete nelle rocce tutte che sovrastano al Trias, le quali continuano da occidente ad oriente costituendo una sola formazione riferibile ad una medesima età.

Sostiene l'autore che sono i metamorfismi che hanno dato a gran parte delle rocce sedimentarie eoceniche e ad una parte delle coetanee rocce eruttive l'aspetto attuale alquanto diverso da quello delle consimili rocce orientali. La qual cosa, del resto, si verifica – sempre secondo l'autore – in tante altre regioni dell'Eocene superiore, come nella Montagna Reggiana, a Boccheggiano, a Talamonaccio ed in vari punti circostanti i graniti di Monte Capanne all'Elba.

Quanto ai diaspri che si trovano intercalati nelle masse più alte e presso al limite occidentale della massa serpentinosa l'autore ritiene che essi, egualmente che altri dell'Appennino già noti ed egualmente che le rocce nelle quali alternano, appartengono all'Eocene superiore. Il Secondario, soggiunge l'autore, è rappresentato da rocce ben diverse, esattamente rispondenti fra loro, alquanto più ad occidente nelle Alpi marittime e più ad oriente nell'Appennino Ligure e Toscano, onde non si può ritenere che la serie comprensiva del Secondario e dell'Eocene sia rappresentata dalla zona delle rocce verdi della Liguria occidentale.

Relativamente ai carreggiamenti, cioè alle tracce di trasporto dell'intera zona serpentinosa da lontane regioni, l'autore sostiene che non ve ne sono, e che anzi la zona è nell'insieme talmente regolare che ben mostra di essersi formata in posto come le altre simili dell'Eocene superiore, anche fossilifero, dell'Appennino. Termier e Boussac sostengono l'esistenza di carreggiamenti nel massiccio cristallino Savonese, come pure sostengono che i microgneiss del litorale di Savona formino tutt' una continuazione ed un ricoprimento coi graniti e coi gneiss cloritici dell'interno, aventi anche tutt'altra disposizione stratigrafica ed età più antica. Ma una tale concezione non è condivisa dall'autore, il quale ritiene che l'ipotesi di un carreggiamento o scorrimento, quando questo s' intenda in senso molto più lato di un locale rovesciamento, non regge all'analisi stratigrafica e le due isole granito-gneissiche del Savonese hanno tutta l'aria di avere radice *in situ*.

(E. Tissi).

DE STEFANI C. — *L'arcipelago di Malta.* (Rend. R. Acc. Lincei, S. V, vol. XXII, fasc. 1°, 1° sem., pag. 3-12, e fasc. 2°, 1° sem., pag. 55-64). — Roma.

La successione stratigrafica dei terreni nel gruppo maltese è, secondo l'autore, la seguente, cominciando dall'alto:

7°) Calcari superiori a *Nulliporae*: Elveziano.
6°) Sabbie verdi: Elveziano.
5°) Argille turchine superiori: Langhiano con passaggio al Tortoniano.
4°) Marne a *Globigerinae*: Langhiano.
3°) Calcari inferiori a *Nulliporae Amphisteginae* e *Orbitoides*: Elveziano.
2°) Argille turchine inferiori: Tortoniano con passaggio al Langhiano.
1°) Calcari inferiori di Ras il Kala: Aquitaniano od Elveziano.

Mancano nelle isole terreni rappresentanti del Pliocene.

Gli anzidescritti orizzonti formano, nell'insieme, un tutto inscindibile tanto stratigraficamente che paleontologicamente; gli strati non hanno uno spessore uniforme, ma sono piuttosto masse prevalentemente marnose, nelle quali alternano lenti argillose di variabili dimensioni, con intercalazioni e sovrapposizioni di calcari a *Nulliporae*.

Numerosi fossili sono stati dall'autore raccolti nei diversi livelli.

Relativamente alla morfologia l'autore rileva che spiccato carattere delle coste di tutto il gruppo è quello di essere ripidissime, il quale fatto è dovuto alla attivissima corrosione marina.

Sulla superficie dei calcari e puranco delle marne si osservano fenomeni carsici di qualche importanza.

Dove il calcare è più compatto, la superficie è conformata a *Karren;* origine carsica, hanno pure — sempre secondo l'autore — molte cavità circolari visibili in varie località, nonchè molte delle caverne e fessure nelle marne e nei calcari che ricettarono brecce ossifere del Postpliocene.

(E. TISSI).

DE STEFANI C. e SFORZA M. — *Creta superiore da Orfella al Gebel Soda in Tripolitania.* (Rend. R. Acc. Lincei, S. V, vol. XXII, fasc. 11°, 1° sem., pag. 744-749). — Roma.

In questa nota sono descritti i fossili raccolti dallo Sforza nel suo fortunoso viaggio in Tripolitania, lungo il percorso da Orfella al Gebel Soda. I fossili in parola furono determinati dal De Stefani; essi appartengono tutti alla parte più alta della Creta superiore, al Maestrichtiano e forse in parte anche al Daniano, cioè al limite inferiore dell'Eocene. Le rocce che racchiudono i fossili sono calcari gialli o bianchi, calcari con selce e calcari con noduli limonitici, i quali indicano un mare cretaceo molto esteso e poco profondo. (E. Tissi).

De Stefano G. — *Studio sopra due forme fossili del genere* Bos Linneo *attribuite al Quaternario dell'isola di Pianosa.* (Boll. Soc. geol. it., vol. XXXII, pag. 49–100, con 2 tav.). — Roma.

De Stefano G. — *Alcuni avanzi di mammiferi fossili attribuiti al Quaternario dell'isola di Pianosa.* (Atti Soc. it. Sc. nat., vol. LII, pag. 1–3, con 1 tav.). — Milano.

De Stefano G. — *I cervi e le antilopi fossili attribuiti al Quaternario dell'isola di Pianosa.* (Atti Soc. it. Sc. nat., vol. LII, pag. 105–155, con 1 tav.). — Milano.

De Stefano G. — *Osservazioni paleontologiche e deduzioni cronologiche sulla fauna dei mammiferi fossili attribuiti al Quaternario dell'isola di Pianosa.* (Riv. it. di Paleont., Anno XIX, fasc. IV, pag. 88–104). — Parma.

Premette l'autore che nel 1861 il ministro della Pubblica Istruzione acquistò per il Museo di Torino, da un certo Pisani, una ricca collezione mineralogica e paleontologica proveniente dalle isole dell'Arcipelago toscano, e precisamente da quelle del Giglio, della Pianosa e dell'Elba. Secondo le indicazioni fornite dallo stesso Pisani gli avanzi dei mammiferi fossili dell'accennata collezione erano stati raccolti alla Pianosa, e infatti alle breccie ossifere quaternarie della stessa isola essi furono in seguito attribuiti tanto dal Gastaldi quanto dal Rütimeyer, i quali ebbero più volte occasione di occuparsene nelle loro ricerche scientifiche ed anche di illustrarli e descriverli.

Senonchè dopo la pubblicazione dei loro lavori, la provenienza dalla isola di Pianosa dei resti fossili di cui trattasi è stata messa in dubbio dal Forsyth Major, il quale nel 1882 e 1883 ebbe a dichiarare che le ossa fossili citate dal Gastaldi erano, almeno in parte, state raccolte all' isola d'Elba, mentre alla Pianosa non si conoscevano con certezza altro che avanzi poco concludenti di *Cervus* e di *Sus*, conservati nel Museo di Firenze.

Il dubbio veniva in seguito avvalorato dalle ricerche geo-paleontologiche eseguite dal Simonelli sulle formazioni della stessa isola di Pianosa, ricerche che conducevano ad appoggiare indirettamente l'ipotesi già espressa dal Major.

Convinto che un esame di osteologia comparata intorno ai fossili di cui trattasi avrebbe permesso di portare un po' di luce sul controverso problema della loro età e della loro provenienza, l'autore si è deciso a riprenderli in esame. I risultati di tale studio sono stati recentemente pubblicati nei tre precedenti lavori nei quali sono illustrati tutti gli avanzi attribuiti al Quaternario dell' isola di Pianosa. Nella presente nota l'autore riassume sinteticamente il complesso delle sue osservazioni, e rileva che gli avanzi dei mammiferi fossili conservati nel Museo geologico dell'Università di Torino, appartenenti alla così detta collezione Pisani, non rappresentano già un miscuglio di forme quasi tutte nuove e spettanti a diverse epoche geologiche, ma indicano invece, nel loro complesso, una fauna mammologica i cui elementi debbono associarsi quasi tutti a specie viventi, senza tuttavia escludere che qualche forma fossile possa essere considerata come una varietà pleistocenica delle specie viventi.

La fauna in discussione deve verosimilmente riferirsi al Pleistocene più antico o a quei terreni considerati da alcuni geologi come formanti il periodo di transizione fra il Pliocene e il Quaternario.

Gli ossami di cui trattasi presentano tutti lo stesso grado o stadio di fossilizzazione e probabilmente appartengono tutti ad un medesimo giacimento o deposito che non può essere nè la Grotta di Reale presso Porto Longone all'isola d'Elba, nè alcuna delle breccie ossifere della Corsica, ma potrebbero assai verosilmente appartenere alla Pianosa. A favore di tale ipotesi militano molteplici ragioni, tra cui non ultima quella dei caratteri morfologici della fauna.

Se poi i fossili in discussione non appartenessero alle breccie ossifere dell'isola di Pianosa e nello stesso tempo non potessero assere attribuiti nè all'Elba nè alla Corsica, allora il problema relativo alla loro provenienza diverrebbe di difficilissima soluzione.

In tal caso — osserva l'autore — occorrerebbe vedere fino a qual punto sia ammissibile l'opinione che tali fossili possano considerarsi come appartenenti all'antico scomparso continente *Thyrrenis*, di cui alcuni geologi negano l'esistenza mentre diversi fatti paleontologici inducono a ritenerlo effettivamente esistito. (E. Tissi).

De Stefano G. — *Sul Pleistocene marino calabrese.* (Boll. Soc. geol. it., Vol. XXXII, fasc. 3°, pag. 359-370). — Roma.

Prendendo occasione da alcune recenti pubblicazioni del naturalista francese Gignoux sulle formazioni quaternarie marine del bacino mediterraneo occidentale, ed in special modo su quelle della Calabria e della Sicilia, l'autore richiama alla memoria i lavori che sul medesimo argomento sono stati fatti in passato da altri studiosi e quelli altresì che — prima ancora degli altri — furono da lui stesso pubblicati sulle formazioni pleistoceniche marine della provincia di Reggio C., sull'origine dei terrazzi pleistocenici della Calabria e sul problema concernente la mescolanza di forme malacologiche contenute nei depositi marini quaternari ed oggi viventi in regioni assai diverse per clima.

Nella presente nota egli si duole che nonostante la indiscussa priorità cronologica, i suoi lavori non siano stati citati, neppure a semplice titolo bibliografico, dagli studiosi che dopo di lui si occuparono dell' importante argomento, e tiene ora a far rimarcare che fra le tante ipotesi fornite dai geologi per spiegare la presenza delle specie nordiche nella fauna marina pleistocenica calabrese, una ve n'è sua, la quale potrebbe anche essere verosimile perchè confortata da notevoli riprove d'indole geo-fisica.

Soggiunge quindi che tali specie nordiche non dimostrano per nulla lo spostamento del polo boreale, il quale — secondo l'ipotesi prospettata da qualche studioso — all'epoca glaciale si trovava prossimo alle nostre Alpi piemontesi.

(E. Tissi).

De Stefano G. — *Sul* Chelone (Euclastes) Melii *Misuri sp. del calcare miocenico leccese.* (Riv. it. di Paleont., Anno XIX, fasc. 1°, pag. 17-22). — Roma.

La nota ha per oggetto una tartaruga fossile, trovata nel calcare miocenico di Lecce e che il dott. Alfredo Misuri aveva riferito ad una nuova specie del genere *Euclastes* Cope (*Euclastes Melii* Misuri), genere che, secondo le osservazioni di vari studiosi, deve rientrare in sinonimia col genere *Lytoloma*, fondato dallo stesso Cope.

L'autore però ritiene che il genere in discussione non può essere associato al genere *Lytoloma* (= *Euclastes*) come ha creduto il dott. Misuri e come, in dipendenza d'un esame superficiale, aveva nel 1909 opinato anche l'autore medesimo, il quale ora invece crede che la tartaruga fossile leccese debba essere verosimilmente ascritta all'odierno genere *Chelone* Brongniart.

Ciononostante l'autore riconosce che il lavoro del dott. Misuri ha grande interesse perchè il nuovo tipo in esso descritto indica — salvo errore — il primo rappresentante miocenico del genere *Chelone* finora conosciuto in Italia.

(E. Tissi).

Fabiani R. — *I bacini bell'Alpone, del Tramigna e del Progno d'Illasi nei Lessini medî.* (R. Mag. Acque — Uff. Idrogr., Pubbl. N. 44 e 45, con 10 tav.). — Venezia.

In seguito all'accordo intervenuto tra l'Ufficio Idrografico del R. Magistrato alle Acque e l'Istituto di Geologia della R. Università di Padova per il rilevamento geologico-idrografico della regione vicentina e veronese, l'autore, per incarico avuto dal prof. Dal Piaz, Capo della Sezione Geologica dell'Ufficio Idrografico, seguendo le norme concretate per gli studi di cui trattasi, eseguì il rilevamento dei bacini montani dell'Alpone, del Tramigna e del Progno d'Illasi, nei Lessini medî, e ne espone i risultati nella presente pubblicazione.

Dopo studiata la serie cronologica e litologica dei vari terreni, l'autore ne prende in esame la tettonica, illustrandola con opportune descrizioni e con spaccati che mettono in evidenza la struttura della parte montuosa ed i suoi rapporti con la morfologia e col funzionamento idrologico generale.

L'autore ha in questa occasione rilevato *ex novo* la carta geologica della regione portando con ciò notevoli modificazioni alle carte geologiche precedenti, specialmente per ciò che concerne i terreni eruttivi.

L'autore divide il suo lavoro in due parti principali. La 1ª parte comprende lo studio geologico, morfologico ed idrografico della regione e costituisce la pubblicazione n. 44; la 2ª parte, che forma la pubblicazione 45, tratta della permeabilità delle roccie nei bacini dell'Alpone, del Tramigna e del Progno d'Illasi.

La pubblicazione è corredata da numerose figure e tavole, tra cui la carta geologica dei Lessini medii alla scala di 1: 75.000; la carta geologica dei dintorni di Bolca alla scala di 1 : 10.000 ; varie sezioni geologiche nel rapporto di 1: 50.000; alcuni profili longitudinali dei torrenti e — finalmente — la carta della permeabilità delle rocce, con indicazioni idrologiche, nella scala di 1 a 100.000. (E. Tissi).

Feruglio E. — *Fenomeni carsici nella valle dell'Alberone.* (Mondo sott., Anno IX, n. 2, pag. 37-42). — Udine.

Riferisce l'autore che nelle colline comprese fra i torrenti Alberone e Cosizza, e precisamente nell'ultimo tratto che si spinge fino alla confluenza delle valli formate dai suddetti torrenti, si trovano parecchie doline di cui alcune notevoli per forma e per dimensioni.

Le colline eoceniche sono litologicamente costituite di conglomerati pseudo-cretacei ad elementi piuttosto minuti, alternanti con marne e brecciole calcaree ; il conglomerato apparisce raramente alla superficie e spesso si disgrega in una ghiaietta ad elementi svariati.

Dopo di avere partitamente descritte ed illustrate alcune di quelle doline, l'autore fa notare che rispetto ai loro caratteri morfologici esse possono dividersi in due tipi speciali.

Al 1° tipo appartengono le doline provviste di inghiottitoio, il quale serve ad assorbire un corso d'acqua superficiale. L' inghiottitoio ha dimensioni molto variabili e può essere una piccola grotta assorbente od una voragine.

Al 2° tipo appartengono le doline non provviste di inghiottitoio, variabilissime — come le precedenti — per dimensioni, coperte da una coltre erbosa e da cespugli attraverso cui raramente affiora la roccia.

In entrambi gli accennati tipi si possono distinguere *doline a piatto*, *doline a scodella* e *doline ad imbuto*.

L'autore espone, per ultimo, alcune considerazioni circa l'origine di tali doline, ritenendo che la loro orogenesi non debba disgiungersi da quella delle doline che si trovano nei terreni fessurati. (E. Tissi).

Fucini A. — *Sulla fauna di Ballino illustrata dal dott. Otto Haas.* (Atti Soc. tosc., Proc. Verb., Vol. XXII, N. 4, pag. 46-48). — Pisa.

Dopo avere ricordato che il dott. Otto Haas ha di recente pubblicato una bella ed interessante monografia sulla fauna del Lias medio di Ballino (località non molto discosta da Riva di Trento), pubblicazione che è di grande importanza per la geologia e la paleontologia italiana, perchè illustra una fauna per l'avanti poco conosciuta, l'autore osserva tuttavia che la fauna in parola, dall'Haas riferita indistintamente al Domeriano, dovrebbe invece per i Brachiopodi ascriversi al Charmouthiano inferiore, assolutamente straordinaria essendo la loro corrispondenza con quelli di tale età dell'Appennino Centrale.

Relativamente alla fauna ammonitica, ricchissima di specie e che rispecchia perfettamente le nostre faune medoliane, l'autore osserva che in essa vengono dall'Haas con sicurezza elencate alcune specie di Arieti, distribuiti anche in diversi sottogeneri.

L'autore invece è d'avviso che tali forme possano più logicamente riferirsi ad *Arieticeras*, ed esprime la speranza che l'Haas, riprendendo in esame l'importante questione con migliore e più copioso materiale, possa chiarirla anche per le altre specie da lui riferite al genere *Arietites*.

(E. Tissi).

FUCINI A. — *Cenni preventivi sulla geologia del Monte Pisano.* (Atti Soc. tosc., Proc. Verb., Vol. XXII, n. 4, pag. 43-46). — Pisa.

Le concezioni dell'autore per ciò che concerne le formazioni del Verrucano, concezioni in molte circostanze accennate ma più concretamente esposte nella *Geologia del Promontorio Argentario* differiscono sostanzialmente da quelle finora sostenute da altri studiosi.

L'autore ritiene mesozoico ed anzi cretaceo il Verrucano del Monte Pisano, mentre altri sostengono essere esso tutto permiano.

Ciò stante, sorse nell'autore il proposito di intensificare le proprie investigazioni sulla formazione verrucana del Monte Pisano e su quelle che l'accompagnano, e ciò allo intento di stabilire quali delle esposte teorie fossero più attendibili.

Egli afferma che lo studio intrapreso è a buon punto e con la presente nota accenna ai risultati generali ottenuti relativamente alla successione cronologica dei terreni. Nelle formazioni scistose del Monte Pisano egli rinvenne numerosi fossili, di cui determina 24 specie, che — a suo avviso — indicano la corrispondenza della formazione toscana con quella del Wealdiano inglese ed annoverese, a *facies* d'estuario. (E. TISSI).

GALDIERI A. — *L'origine della terra rossa.* (Ann. Scuola sup. agr. Portici, S. II, Vol. XI). — Portici.

La grande importanza che per l'agricoltura meridionale presentano i depositi di terra rossa, indusse l'autore a riprendere in esame l'argomento, anche in considerazione che il problema non è stato finora sufficientemente studiato e non può quindi ritenersi esaurientemente risolto. L'autore è anzi d'avviso che le interpretazioni fin qui date non solo non spiegano tutti i fatti, ma sono anzi in contraddizione con molti di essi, e ritiene perciò probabile un'altra ipotesi, che in questa nota egli si limita ad esporre nei suoi tratti principali, riservandosi di dare in seguito l'illustrazione completa delle sue osservazioni.

Dopo discusse e confutate le precedenti ipotesi, basandosi sulla valutazione dei caratteri desunti dalla giacitura e dalla costituzione mineralogica e morfologica delle terre rosse dell'Italia meridionale, egli osserva che per spiegare tutti i fatti bisogna ricorrere ad una nuova ipotesi: bisogna, cioè, ammettere che esse non siano terreni eluviali ma bensì colluviali, in altri termini devesi ritenere che si tratti di depositi eolici analoghi al *loess*, allo *tschernosem*, al *regur*, all'*adobe*, ecc. Egli afferma che in ciascuna delle ipotesi fin qui prospettate sull'origine della terra rossa vi è qualche cosa di vero. Infatti alla sua formazione hanno contribuito anche dei materiali di origine endogena; vi sono delle terre rosse derivanti dal rimaneggiamento di altri giacimenti consimili assai più antichi; il residuo insolubile dei calcari può avere anch'esso contribuito alla formazione della terra rossa per quella qualsiasi parte che può essere divenuta preda del vento; anche i geli di idrato ferrico e di idrato alluminico precipitati dalle soluzioni dei calcari possono avere prodotto da soli qualche terra rossa.

Però nessuna delle suddette ipotesi, presa isolatamente, può spiegare l'origine delle terre rosse dell'Italia meridionale.

Queste, infatti, devono ritenersi, in base ai loro caratteri stratigrafici, mineralogici e morfologici, derivate dal limo atmosferico depositatosi sul suolo calcareo quando questo era stato già modellato presso a poco nella sua forma attuale e le parti che sovrastavano alla superficie di deposizione erano già state erose e fluitate; e deve la sua particolare composizione specialmente a processi chimici speciali, e, fra l'altro, alla presenza del carbonato calcico ed alla elevata temperatura che le località ove ora la troviamo avevano quando essa vi si è depositata. (E. Tissi).

Galdieri A. — *Su di una calcite feltriforme di Nocera.* (Annali R. Scuola sup. agr. Portici, S. II, Vol. XI). — Portici.

Il minerale che forma oggetto della presente nota fu rinvenuto fra alcuni tagli vulcanici nella collina di Torricchio, presso Nocera dei Pagani, ed in altri punti della Campania, immediatamente al di sotto della terra vegetale.

Esso trovasi fra gli interstizî del lapillo che riempie quasi interamente, e ad occhio nudo si presenta come una massa poco coerente, soffice, leggera, di color bianco niveo, talora bianco latte o anche bianco sporco per impurità. Esaminato con la lente lo si riconosce costituito da un feltro di cristallini minutissimi, molto allungati. Il suo peso specifico è = 2,67 a 22° C.

Sia per il suo aspetto, sia per i suoi caratteri ottici rassomiglia grandemente al carbonato di calcio idrato trovato da Ivanoff nelle cavità delle marne eoceniche presso Gora Pulawska, in Russia. L'uno e l'altro infatti non sono che varietà di calcite, a struttura feltrosa, in grado di condensare l'umidità atmosferica.

L'autore ritiene che questo carbonato di calcio provenga dal calcare sottostante. Nel caso di Nocera il minerale è abbondante perchè le condizioni sono ivi assai favorevoli, trovandosi, a piccola profondità, una falda idrica nel calcare. L'acqua di imbibizione di questo, ricca di bicarbonato di calcio, sale con facilità, specialmente d'estate, per le litoclasi o per i piani di stratificazione, verso il terreno vegetale, aspiratavi per effetto della intensa evaporazione superficiale. Essa fluisce in forma di veli lentamente ascendenti, che rivestono i singoli lapilli. Negli interstizi del lapillo, straordinariamente poroso e permeabile, la soluzione viene estesamente a contatto con l'aria cui cede vapor d'acqua ed anidride carbonica, lasciando lentamente cristallizzare la calcite in aghetti finissimi e perciò fortemente igroscopici.

(E. Tissi).

Galdieri A. — *Sul bolo di Terra d'Otranto.* (Annali R. Scuola sup. agr. Portici, S. II, Vol. XI). — Portici.

Le considerazioni esposte in questa nota possono riassumersi come segue:

1° Che molti autori, menzionando la terra rossa dell'Italia meridionale, la chiamano senz'altro bolo o terra bolare, mentre ciò non è esatto inquantochè in Terra d'Otranto vi è del così detto bolo, finora confuso con l'ordinaria terra rossa e ritenuto superficiale, che giace invece intercalato nei calcari;

2° Che un tale bolo, finora ritenuto quaternario, anzi recente, è invece più antico, probabilmente miocenico o anche premiocenico e contiene grosse pisoliti ocracee, dette localmente *uddìe*;

3° I calcari sopportanti il bolo ad *uddìe* hanno sofferto, prima della sua deposizione, una intensa degradazione;

4° Il bolo ad *uddìe*, posteriormente alla sua formazione, ha subìto, in alcune sue parti, una lisciviazione del ferro. (E. Tissi).

Galdieri A. — *Osservazioni sui calcari di Pietraroia in provincia di Benevento.* (Rend. R. Acc. Sc. Napoli, S. 3ª, Vol. XIX. fasc. 6° a 10°, pag. 164-171, con 1 tav.). — Napoli.

La nota mette in rilievo i caratteri litologici e le determinazioni cronologiche e paleontologiche dei calcari ad ittioliti di Pietraroia, che hanno fornito la celebre ittiofauna illustrata dal Costa e dal Bassani, e che provengono specialmente dalle cave situate un centinaio di metri a Nord di Pietraroia.

(E. Tissi).

Galdieri A. — *Sulla fosforite di Leuca.** (Estr. Atti R. Ist. Incoragg. Napoli, S. VI, Vol. X, opus. di 10 pag.). — Napoli.

La nota contiene varie considerazioni, in aggiunta a quelle in precedenza esposte da altri scrittori, sul giacimento di fosforite di S. Maria di Leuca, che affiora ad Ovest della cosi detta Torre Mozza, presso le Casine di Leuca, e che si può comodamente osservare nella località detta Grotta dei Panni, a brevissima distanza dalla spiaggia e a pochi metri sul livello del mare. Il giacimento, che affiora per parecchie centinaia di metri, è costituito da uno speciale strato di *càrparo*, dello spessore di circa 80 cent., intercalato fra altri strati della medesima roccia.

Com'è noto, il *càrparo* è un tufo calcareo sabbioso, chiaro. leggero, poroso, a grana piuttosto fina, ed essenzialmente costituito di sabbia conchigliare scarsamente cementata. Esso è molto diffuso nel Leccese, e viene ascritto al Plistocene. Nello strato che costituisce il giacimento, a differenza che negli altri sopra o sottostanti al medesimo, sono racchiusi molti ciottoli di varia grandezza, di color bruno rossastro, duri e pesanti, che sono appunto i noduli di fosforite e che l'autore crede di origine alloctona.

Nella nota sono espresse varie considerazioni sulla possibilità e convenienza di utilizzare quelle fosforiti a beneficio dell'agricoltura locale.

(E. Tissi).

GALDIERI A. — *Su di una leucofonolite haüynitica del vulcano di Roccamonfina.* (Rend. R. Acc. Sc. Napoli, S. 3ª, Vol. XIX, fasc. 6º e 10º, pag. 107-112). — Napoli.

Osserva anzitutto l'autore come il vulcano di Roccamonfina, nonostante il grande interesse scientifico che presenta, sia stato finora studiato più dal punto di vista dei crateri di sollevamento che dal lato petrografico, e che anzi tutti gli studi finora compiuti su quel vulcano non valgono a far conoscere con esattezza nè l'ordine di successione dei vari magmi eruttivi nè la vera loro natura petrografica, essendo state fin qui le rocce di Roccamonfina descritte con nomi diversi, senza gli opportuni richiami.

La presente nota ha specialmente per oggetto di far conoscere un minerale di colore azzurrastro o verdastro, racchiuso in una lava: minerale che l'autore credette subito di poter ascrivere al gruppo della haüynite, ciò che i saggi di laboratorio hanno poi confermato.

Il minerale in questione è infatti isotropo, presenta tracce riconoscibili di sfaldatura rombododecaedrica, è facilmente intaccato dall'acido cloridrico con separazione di silice gelatinosa, e dopo eliminata la silice dà nettamente la reazione dell'acido solforico.

La roccia nella quale l'autore ha riscontrato l'haüynite appartiene alla formazione più recente di Roccamonfina e fu rinvenuta in località detta Taballario, alle falde del M. Mattone, ma fu dall'autore stesso osservata anche in altre località non molto lontane, come lungo la via vecchia da Roccamonfina a Fontanafredda, dove si presenta in misura tutt' altro che scarsa e facilmente distinguibile ad occhio nudo.

Macroscopicamente la roccia mostrasi di colore grigio scuro, con grossi cristalli di leucite e di pirosseno, granelli di haüynite e laminette di mica.

Al microscopio si osserva una struttura che somiglia molto a quella delle leucititi; si ha, cioè, una massa fondamentale composta prevalentemente di piccole leuciti rotondeggianti e subordinatamente di sanidino e di plagioclasio. Il pirosseno e la magnetite prendono pure parte alla formazione della massa fondamentale, nella quale spiccano individui porfirici di leucite, pirosseno, haüynite e biotite.

La presenza della haüynite nella roccia in questione ed in generale in quel gruppo vulcanico non è certamente senza interesse, non essendo un tale minerale stato prima d'ora mai segnalato. (E. Tissi).

Galdieri A. e Paolini V. — *Il tufo Campano di Vico Equense.* (Atti R. Acc. Sc. Napoli, S. II, Vol. XV, N. 15, con 1 tav.). — Napoli.

Premettono gli autori che l'ossatura della penisola Sorrentina è principalmente costituita da dolomiti del Trias superiore e da grandi masse calcaree del Cretaceo cui si sovrappongono scarsi lembi del Terziario, e che su questi terreni fondamentali si vedono spesso depositi più o meno potenti di tufi vulcanici, tra i quali ha notevole importanza il *tufo Campano*, detto anche tufo pipernoide perchè somiglia al piperno.

Esso è ordinariamente di colore grigio bruno, tendente talora al giallo; più raramente è rossiccio o violaceo.

Assai vario è il suo grado di compattezza ed è caratterizzato dalla presenza di piccole scorie nere e di geodi fluorifere; altri caratteri frequenti e facilmenti rilevabili sono la sonorità e la configurazione in grossi prismi irregolari.

Ricordati gli studiosi che si sono in precedenza occupati del tufo campano, tra cui vanno specialmente annoverati il Breislak, il Pilla, lo Scacchi, il Johnston-Lavis, il Deecke, il Ricciardi, il Tenore, il Franco, il De Lorenzo, gli autori espongono nella presente nota i risultati delle ricerche da loro eseguite sul tufo medesimo, e parlano della sua estensione e del suo spessore nei diversi punti della plaga occupata, della sua giacitura in rapporto agli altri materiali vulcanici e alle rocce sedimentarie, ed esponendo, infine, alcune considerazioni sulla sua origine e sulla sua età, che essi ritengono debba essere postwurmiana, ossia molto meno antica di quanto fu dapprima creduto. (E. Tissi).

Galli I. — *Il passato e il presente delle Paludi Pontine.* (Atti Pont. Acc. Nuovi Lincei, Anno LXVI, Sess. III, pag. 85-90). — Roma,

In questa nota l'autore dà diffusa notizia di un'opera sulle Paludi Pontine dell'Ing. Romolo Remiddi, che fu per qualche tempo direttore dell'ufficio tecnico fondato a Terracina dal Consorzio per la bonifica del territorio Pontino. L'opera pubblicata nel 1911, ha per titolo: «Memorie storiche e tecniche sulla bonifica delle Paludi Pontine». (E. Tissi).

GEMMELLARO M. — *Crostacei e pesci fossili del Piano Siciliano dei dintorni di Palermo.* (Giorn. Sc. Nat. ed Econ., Vol. XXX). — Palermo.

In questa nota, corredata da nitide tavole, l'autore descrive ed illustra i crostacei ed i pesci fossili del piano Siciliano dei dintorni di Palermo, del quale erano stati, in precedenti pubblicazioni, descritti soltanto i molluschi e gli echinidi.

Son descritte 19 forme di crostacei (tra cui due nuove) e 10 forme di pesci; le specie studiate, salvo poche eccezioni, sono tuttora viventi nel Mediterraneo ed anche in mari più freddi.

Lo studio di questi resti, esistenti nelle raccolte del Museo di Palermo e del Marchese di Monterosato, viene a dimostrare che il piano Siciliano dev'essere considerato come il membro più basso del Pleistocene e quindi distinto dal Pliocene. (E. Tissi).

GORTANI M. — *La serie devoniana nella giogaia del Coglians (Alpi Carniche).* (Boll. Com. geol. it., Vol. XLIII, Anno 1912, fasc. 2°-3°, pag. 235-276). — Roma.

Osserva l'autore che poche regioni alpine furono studiate da numerosi geologi quanto la regione del Coglians. Senonchè gli studi si erano di preferenza limitati al versante settentrionale od austriaco della giogaia, onde poche e contradditorie notizie si possedevano per ciò che concerne il versante italiano.

Una tale circostanza indusse l'autore a concentrare le sue investigazioni sul versante meridionale, ed i suoi studi permisero di stabilire la tettonica e la stratigrafia particolareggiata dell'intero versante, dimostrando altresì che le località italiane nulla hanno da invidiare alle austriache nè per interesse stratigrafico nè per importanza paleontologica.

Il recente studio dell'autore permise anzi di riconoscere nel versante italiano una serie molto più particolareggiata e completa, che risulta costituita come segue:

9°) Neocarbonifero. Scisti trasgressivi sui terreni più antichi.
8°) Neodevonico superiore. Calcari selciferi e reticolati.
7°) Neodevonico inferiore. Calcari reticolati.
6°) Mesodevonico superiore. Calcari grigi massicci con ricchissima fauna.

5°) Mesodevonico inferiore. Calcari grigi, compatti, fossiliferi.
4°) Eodevonico superiore. Calcari con fossili.
3°) Eodevonico medio. Calcari con ricca fauna.
2°) Eodevonico inferiore. Calcari grigi e neri, fossiliferi.
1°) Neosilurico superiore. Calcari neri, pure fossiliferi.

Vengono pertanto accertati il Mesodevonico inferiore e l'Eodevonico medio, per l'innanzi non segnalati in Italia.

Soggiunge l'autore che la serie devoniana nella giogaia del Coglians è ora la più completa delle Alpi. Nel versante italiano si riscontrarono fossilifere tutte le suddivisioni finora stabilite.

La serie posa in perfetta concordanza sul Neosilurico più recente ed è ricoperta dagli scisti carboniferi trasgressivi: la trasgressione risulta tanto dalle condizioni di giacitura quanto dalle risultanze paleontologiche.

L'età neocarbonifera della formazione scistosa sembra, nel suo complesso, ormai fuori di discussione, e si può quindi escludere che la massa principale spetti all' Eocarbonico; onde l'autore è tratto a concludere che il corrugamento orogenico paleocarnico si verifica nel Carbonifero inferiore e non già nel Carbonifero medio come affermano gli studiosi oltramontani.

Nel lavoro sono descritte e figurate le forme più caratteristiche dei diversi piani, tra cui alcune forme nuove. (E. Tissi).

Gortani M. — *Sull'età delle antiche alluvioni cementate nella valle del Tagliamento.* (Boll. Soc. geol., Vol. XXXI, fasc. 3-4, pag. 388-394). — Roma.

La nota concerne le varie interpretazioni prospettate circa l'età dei conglomerati esistenti nella valle del Tagliamento, in molte località della quale è dato rimarcare la coesistenza di due tipi di conglomerati, spesso molto simili fra di loro, ma di origine e di età ben diverse.

Il conglomerato inferiore infatti sarebbe — secondo l'autore — un vero conglomerato alluvionale; l'altro, invece, un conglomerato glaciale o fluvioglaciale.

Con ciò l'autore viene a dimostrare errata l'opinione del Brückner il quale ritiene interglaciali i conglomerati di Ampezzo e di Verzegnis in Carnia, asserendo trattarsi di un delta del Tagliamento di età interglaciale.

(E. Tissi).

Götzinger G. — *Zur Morphologie der Dianara in Dalmatien.* (M. d. k. k. Geogr. Ges., 55, H. 7-8, S. 468-474, Wien 1912, sunto nel Geol. Zentr., Bd., 19, N. 1, pag. 23). — Leipzig.

Nei suoi tratti generali la costituzione geologica del Dianara si presenta come un complesso stratigrafico normale, immergente ad Est e costituito da calcari, dolomiti e scisti marnosi dei periodi dal Giurese al Cretaceo.

L'autore potè rinvenirvi, fino ad un'altezza di m. 1831, sicure tracce di antiche glaciazioni e ne dedusse l'esistenza di un antico ghiacciaio presentante due diramazioni, di cui la più corta diretta verso Nord e la più lunga verso Est.

Nel versante occidentale mancano invece i tipici depositi glaciali, ma vi si notano invece due coni di deiezione sovrincombenti alle rocce in posto. Si tratta di formazioni diluviali le quali stanno a provare la diversità delle condizioni climatiche d'allora in confronto delle attuali.

(E. Tissi).

Grill E. — *Osservazioni cristallografiche sull'ilvaite elbana.* (Mem. di mat. e fis. della Soc. it. delle Sc., detta dei XL, S. terza, Vol. XVIII, pag. 223-237, con 2 tav.). — Roma.

La nota concerne lo studio, eseguito dall'autore, di alcuni cristalli d'ilvaite con abito particolarmente interessante, facenti parte delle ricchissime collezioni elbane del Museo di Firenze.

Da un tale studio l'autore ha potuto trovare diverse forme nuove per la specie, recando per tal modo un nuovo contributo alla conoscenza cristallografica dell'ilvaite in genere e di quella dell'Elba in particolare.

Com'è noto l'Elba è una delle poche località, finora conosciute, che fornisca l'ilvaite in bellissimi cristalli, assai ricchi di facce. Tra le forme (comprese le vicinali) già note e le nuove osservate dall'autore se ne conoscono ora 36.

In un quadro allegato alla nota l'autore ha radunato tutte le forme conosciute dell'ilvaite, unitamente ai luoghi ed ai nomi degli osservatori, riportando i simboli numerici o letterali con cui esse furono indicate.

(E. Tissi).

Guzzanti C. — *Le registrazioni sismiche dell'Osservatorio di Mineo.* (Atti Acc. Gioenia, S. 2ª, fasc. 25, pag. 4-8, marzo 1913). — Catania.

Allo scopo di mettere in evidenza quale contributo abbia apportato alla sismologia l'Osservatorio di Mineo, che non è nè governativo nè di prim'ordine, l'autore ha compilato una statistica delle *registrazioni sismiche* avutesi a Mineo nel dodicennio 1901-1912, periodo di tempo nel quale gli strumenti non subirono alcuna variazione per la loro postura, nè modificazioni che avessero potuto alterarne la sensibilità.

Nell'accennato periodo si ebbero in quell'Osservatorio 2905 registrazioni, che l'autore graficamente rappresenta in un diagramma ed espone — ripartite per annata — in un apposito quadro.

Dal confronto coi risultati forniti da altri Osservatorî l'autore viene a concludere che non piccolo contributo ha portato alle determinazioni sismologiche l'Osservatorio di Mineo, il quale in ciò che ha tratto a registrazioni (segnalazioni) di terremoti non è stato inferiore ai primari Osservatorî d' Italia.

(E. TISSI).

HENROTIN L. — *Nota sopra alcune roccie caratteristiche della miniera di Santa Lucia.* (Res. Ass. Min. Sarda, Anno XVIII, n. 6, pag. 11-12). — Iglesias.

Osserva, sostanzialmente, l'autore che mentre nella carta geologica mineraria del 1888 l'affioramento calcareo di S. Lucia è classificato come calcare siluriano intercalato negli scisti e nelle anageniti silurici, i lavori eseguiti lungo il contatto della miniera di S. Lucia fanno invece supporre che il calcare esista dappertutto sotto gli scisti e che il masso calcareo di S'oreri si colleghi in profondità col calcare di Cumpigeddu e di Candiazzus, nonchè colle altre masse calcaree di Monte Argenta vicino a Flumini.

Relativamente al conglomerato calcareo, con cemento scistoso, che si manifesta nella vallata di Rio Sa Palma e che probabilmente costituisce il conglomerato di base degli scisti silurici, l'autore crede che dallo studio del medesimo potrebbesi arrivare alla divisione degli scisti del Fluminese in due categorie; quelli, cioè, cambriani inferiori alle assise di Candiazzus, e quelli silurici che affiorano nelle vicinanze di Flumini e che sono assai fossiferi.

Ad Est del Rio Sa Palma l'autore avrebbe poi notato emergere tra le roccie scistose una specie di porfido che egli crede non sia stata per lo avanti segnalata.

(E. TISSI).

HESS H. — *Die präglaziale Alpenoberfläche. Beobactungen am Iseosee, im Ogliotal und in Südtirol.* (Peterm. mitt., 59 Jahrg. 1913, Juni-H., S. 286-288). — Gotha.

In seguito ad osservazioni eseguite nella regione della Rhone e successivamente nella zona dei vecchi ghiacciai del bacino dell'Oglio, nei dintorni del lago d'Iseo e nel Tirolo meridionale, l'autore ha avuto occasione di rimarcare nelle anzidette regioni una notevole analogia di profilo e di forme orografiche in dipendenza delle antiche glaciazioni cui andarono soggette le regioni in parola.

(E. TISSI).

HOLDHAUS K. — *Der Monte Gargano und die Adriatisfrage.* (Mitt. d. Sekt. f. Naturk. d. Osterr. Touristenklubs, XXIV Jahr., S. 17-20, Wien, 1912 — sunto nel Geol. Zentr., Bd. 19, n. 2, pag. 61). — Leipzig.

Con una serie di considerazioni d'ordine bio-geografico l'autore esprime il convincimento che nel più recente periodo dell'Eocene l'Italia meridionale e la Dalmazia anzichè divise dal mare Adriatico fossero tra loro continentalmente unite.

(E. TISSI).

ISPETTORATO DELLE MINIERE. — *Industria dei marmi colorati e dell'alabastro in Italia.* (Append. alla Riv. del Serv. Min. nel 1912. opusc. di 42 pag.). — Roma.

E' una pubblicazione compilata dai singoli uffici distrettuali delle Miniere allo scopo di riunire in un solo opuscolo le notizie concernenti le attuali condizioni dell'industria dei marmi colorati e dell'alabastro in Italia, e ciò allo intento di poter dare soddisfazione alle ripetute domande che venivano al riguardo rivolte all'Ispettorato del R. Corpo delle Miniere.

(E. TISSI).

LINCIO G. — *Dell'autunite di Lurisia.* (Atti R. Acc. Sc. di Torino, Vol. XLVIII, disp. 15ª, pag. 959-967). — Torino.

L'autunite di Lurisia (Cuneo), di cui è oggetto la presente nota, è un minerale nuovo per l'Italia e si avvicina, per la sua composizione chimica, a quella di Autun, di cui l'autore riporta un'analisi.

Il minerale è cristallizzato in tavolette quadrate, talora libere, presentanti sulla base delle tavolette più piccole coorientate o raggruppate con la tavoletta più grande con lieve inclinazione a guisa di ventaglio chiuso.

Dagli esperimenti eseguiti dall'autore è risultato che l'autunite di Lurisia è distintamente radioattiva, ma però in grado più debole dell'uraninite.

Il minerale riempie i vani di piccole litoclasi in una roccia gneissiforme inclinata di circa 45°.

L'autore crede che la formazione dell'autunite di Lurisia sia dovuta all'azione di acque d'infiltrazione su qualche giacimento minerale o su roccia contenente minerali uraniferi. Tali acque mineralizzate avrebbero depositato l'autunite nelle piccole litoclasi della roccia.

(E. TISSI).

Lotti B. — *Sul giacimento cinabrifero di Cerreto Piano presso Pereta in Toscana.* (Rass. min., Vol. XXXIX, n. 10, pag. 177-178). — Roma.

Dopo aver riassunta la storia della scoperta di questo interessante e curioso giacimento. già esposta nello stesso periodico fino dal 1908, l'autore enumera i lavori ivi eseguiti in quest'ultimo periodo di tempo allo scopo di esplorarlo e di mettere in evidenza la sua importanza industriale.

Con questi lavori, oltre ad aver confermata la esistenza di uno strato di sabbia pliocenica cinabrifera con lo spessore medio di due metri e col tenore in mercurio di 0,8 per 100, si osservarono dei fatti pei quali resta ormai fuori di dubbio la origine endogena del giacimento e quindi la probabilità di trovarne le radici e la continuazione in profondità nelle rocce eoceniche sottostanti.

Lo strato di sabbia cinabrifera non sta sopra alle argille, come si potè credere all'inizio dei lavori, ma è a queste sottoposto e quindi il cinabro che impregna le sabbie non potè introdursi in esse dal disopra perchè a ciò sarebbe stato d'ostacolo il diaframma impermeabile d'argilla. E' immediatamente sotto questa coperta argillosa che si avverte un costante arricchimento delle sabbie ed è evidente che la presenza di questo strato impermeabile dovette fare ostacolo alla ascensione delle soluzioni cinabrifere costringendole a soggiornare nello strato poroso sottostante, provocando una più abbondante precipitazione del cinabro, e ad espandersi lateralmente. Il fenomeno si ripete alla base del deposito pliocenico formato da un sottile strato argilloso-carbonioso che riposa sopra una breccia formata da detriti di calcari eocenici. Questa breccia e parte delle argille carboniose sono talmente ricche di cinabro da raggiungere il tenore in mercurio di 55 per 100.

Accertata l'origine endogena del giacimento l'autore ritiene fuori di dubbio che la frattura lungo la quale dovettero farsi strada le soluzioni cinabrifere debba trovarsi nelle rocce eoceniche sottostanti allo strato cinabrifero pliocenico esplorato e sul prolungamento della direzione del filone quarzoso antimonifero delle zolfiere che comparisce due chilometri più a nord.

(E. Tissi).

Lotti B. — *Le due «facies» del Cretaceo superiore nell'Umbria e nell'Abruzzo.* (Boll. Soc. geol. it., Vol XXXII, fasc. 4°, pag. LXIV-LXVI). — Roma.

Sono poche parole dette dall'autore mentre si inaugurava il congresso della Società geologica in Aquila. per dimostrare l'opportunità della scelta di quella città a sede del congresso, dopo quello tenuto l'anno precedente in Spoleto, inquantochè i terreni cretacei delle due regioni. benchè limitrofe, sono essenzialmente diversi: di mare profondo nell'Umbria. di mare basso o di scogliera negli Abruzzi.

Queste due *facies* di terreni cretacei contemporanei dimostrano l'esistenza di condizioni batimetriche diverse le quali dovettero influire sui depositi successivi dell'epoca terziaria.

Con ciò l'autore trova la spiegazione d'un fenomeno, apparentemente contradittorio, che si osserva nelle due regioni limitrofe: cioè la mancanza del flysch eocenico e la trasgressione di un flysch, probabilmente miocenico, sui terreni della *facies* abruzzese, in contrapposto alla presenza del flysch eocenico e della sua concordanza e continuità sui terreni della *facies* umbra.

(B. L.).

LOVISATO D. — *Altro contributo echinologico con nuove specie di « Clypeaster » in Sardegna.* (Boll. Soc. geol., Vol. XXXI, fasc. 3-4, pag. 359-378 con 2 tav.). — Roma.

Dopo aver osservato come una certa confusione sussista ancora intorno al *Clypeaster gibbosus*, confusione che l'autore si ripromette tuttavia di dileguare valendosi dell'abbondantissimo materiale raccolto in Sardegna, egli fa intanto notare che di circa un centinaio d'individui, quasi tutti raccolti negli immediati dintorni di Cagliari e che dal Cotteau e dal Gauthier erano stati nettamente riferiti all' indicata specie, oggidì appena 14 possano rigorosamente riferirsi alla specie medesima.

Nella presente nota l'autore descrive e figura le specie nuove seguenti: *Clypeaster Nulloi, C. Canziei, C. Bixioi, C. Piloi, C. Lombardii.*

(E. TISSI).

LOVISATO D. — *Nuove specie di « Clypeaster » miocenici sardi dal vulcano S. Matteo di Ploaghe per Nurecci e Senis alla regione Fraos nella Planargia e all'amba del Capo della Frasca.* (Boll. Soc. geol. it., Vol. XXXII' fasc. 3°, pag. 401-438, con 2 tav.). — Roma.

Ricordato che in Sardegna egli ha raccolto finora oltre 1000 esemplari di *Clypeaster*, di cui più di 700 figurano nella sua collezione privata, e ricordato altresì che le specie assolutamente nuove di questo echinoide rinvenute nella sola Sardegna ascendono a 28 e che ne restano da illustrare altrettante e forse anche più, l'autore passa alla descrizione di forme nuove, che sono figurate in due tavole allegate alla nota.

Tali forme sono: *Clypeaster Cairolii* Lovis., *C. Di Benedettoi* Lovis., *C. Manarai* Lovis., *C. Mamelii* Lovis., *C. Avezzanai* Lovis., *C. Riparii* Lovis., *C. Fabrizii* Lovis.

(E. TISSI).

LOVISATO D. — *La montmorillonite nelle granuliti di Cala Francese (Isola della Maddalena).* (Rend. R. Acc. Lincei, S. V, Vol. XXII, fasc. 12, 2° sem., pag. 670-675). — Roma.

Il minerale che forma oggetto di questa memoria e che fu rinvenuto nelle granuliti di Cala Francese dal sig. Carlo Zanat, si presenta di un bellissimo color roseo di pesca nella parte più pura, colore che però va gradatamente sbiadendo negli altri punti della sua massa. E' untuoso al tatto, molto tenero ma non molle; ha debole lucentezza resinosa, si rammollisce nell'acqua, spappolandosi quasi completamente.

E' infusibile al cannello ed insolubile negli acidi; il suo peso specifico è uguale a 2.027.

Dalle analisi eseguite l'autore riconobbe trattarsi di una *montmorillonite,* somigliante a quella di Montmorillon in Francia e che per la prima volta si presenta fra le sostanze minerali della Sardegna. (E. TISSI).

LUIGGI L. — *Primo contributo allo studio dei materiali per costruzioni idrauliche della Libia).* (Ann. Soc. Ing., Arch. it., Anno XXVIII, n. 4, pag. 81-93). — Roma.

L'autore, incaricato dello studio di lavori marittimi da eseguirsi lungo la costa libica, dovette — col concorso di alcuni suoi collaboratori — iniziare una serie di ricerche sui materiali più adatti per le opere idrauliche di immediata urgenza (moli, calate, opere di arginatura e di fognatura, condotte e serbatoi d'acqua potabile, ecc.) e dei risultati delle accennate ricerche egli rende conto nella presente nota di carattere essenzialmente tecnico. (E. TISSI).

MANASSE E. — *Azzurrite di Calabona presso Alghero.* (Atti Soc. tosc. sc. nat., Memorie, Vol. XXIX, pag. 196-212). — Pisa.

Premette l'autore che la svariata e ricca mineralizzazione del territorio di Calabona, a S-SE di Alghero, in Sardegna, sembra geneticamente collegata alle eruzioni delle rocce trachiandesitiche e trachidacitiche, assai sviluppate nel Sassarese e riferite al Miocene inferiore (Aquitaniano) e come a queste medesime rocce eruttive si colleghi l'origine dei numerosi giacimenti di piombo, di zinco e di rame esistenti in gran parte del circondario di Alghero.

Nelle porzioni meno profonde del giacimento cuprifero di Calabona le masse prevalenti, in forma di grosse tasche, consistono di un materiale limonitico-argilloso tutto impregnato di malachite, e, insieme, di diaspri ferriferi ricchi di crisocolla. Un po' meno abbondanti della malachite e della crisocolla sono l'azzurrite e la cuprite, quest'ultima includente talora dei noccioletti di rame nativo. In profondità esiste il filone regolare e continuo dei minerali solforati, costituito da pirite di ferro più o meno ramifera, associata a calcosina, a covellina ed a tracce di calcopirite.

Con riserva di ritornare per esteso più tardi sugli svariati minerali metalliferi e litoidi di Calabona, l'autore si occupa in questa nota — ed unicamente dal punto di vista cristallografico — dell'azzurrite, la quale, dal lato scientifico se non da quello industriale, è il minerale più importante fra tutti per la sua abbondanza e per la bellezza dei suoi cristalli, che possono paragonarsi a quelli celebri di Chessy, del Banato, dell'Utah, dell'Arizona, del Laurion, ecc.

I cristalli di azzurrite sono impiantati in un materiale argilloso-limonitico nel quale si trovano anche, in più o meno grande quantità, cuprite, malachite, crisocolla, alloisite. L'azzurrite si trova pure disseminata nella roccia trachitico-andesitica decomposta e nei diaspri.

Con ampiezza di particolari l'autore descrive ed illustra i caratteri cristallografici del minerale in parola, il quale confrontato con quello di Rosas nel Sulcis, pure in Sardegna, lascia scorgere differenze assai notevoli sia per ciò che concerne la diversità delle forme sia per il diverso sviluppo di quelle comuni. (E. Tissi).

Martelli A. — *Su di un'ammonite della pietraforte delle Grotte in Val d'Ema.* (Boll. Soc. geol., Vol. XXXI, fasc. 3-4, pag. 337-342). — Roma.

Prima di passare alla descrizione particolareggiata del modello interno di ammonite rinvenuto, insieme ad abbondanti traccie di fossili non ben precisabili, nei banchi di pietraforte delle Grotte, corrispondenti ai livelli fossiliferi di Monteripaldi, l'autore parla piuttosto diffusamente della minerogenesi della pietraforte, ricordando anzitutto che la formazione di questa arenaria calcarifera, potentemente sviluppata fra l'Arno e l'Ema e largamente impiegata nell'arte edilizia e decorativa fiorentina, ha suscitato sul suo riferimento cronologico tenaci controversie fra gli studiosi di geologia toscana.

Alcuni di tali studiosi sostengono che la pietraforte della Val d'Ema sarebbe riferibile ad uno dei più bassi livelli della serie eocenica, a quello cioè dell'arenaria inferiore, e i fossili in essa ritrovati dovrebbero considerarsi non di diretto deposito ma bensì provenienti da terreni cretacei, e quindi come fossili di trasporto o di rimaneggiamento.

Le varie opinioni concordano tuttavia nell'assegnare alla serie delle formazioni di pietraforte della Valle dell'Èma, che si presenta localmente come la più profonda, una posizione definita sotto agli altri sedimenti arenacei, argillo-scistosi e calcarei dell'Eocene, come altresì nel riconoscere in essa uno speciale sedimento clastico marino, originatosi in particolari condizioni di profondità e di distanza dalle coste, così da risultare meno litoraneo delle comuni arenarie e meno pelagico dei calcari.

L'esame diretto delle sezioni sottili al microscopio polarizzatore porta a stabilire che la pietraforte di Monteripaldi e delle Grotte risulta costituita in parte minore da frammenti cristallini di calcite ed in prevalenza da granuli e frammenti cristallini di quarzo frammisti a scarsi elementi micacei e feldispatici ordinariamente caolinizzati, a raro anfibolo e pirosseno di facile alterazione e ad ancor più raro e quasi eccezionale rutilo, zircone e granato, conglobati insieme da un tenacissimo cemento calcareo-argilloso inquinato da quegli idrossidi di ferro e di manganese, ai quali vanno attribuite le tinte giallo-brune e grigio-turchiniccie della pietraforte in parola.

Complessivamente, quindi, in queste roccie sedimentarie trovansi ricementati, per azione cataclastica della calcite e degli elementi silicei, i rappresentanti minutissimi dei vari componenti delle formazioni più antiche e forse in maggioranza cristalline; cosicchè la compattezza e tenacità della pietraforte e la sua resistenza agli agenti esterni vengono determinate dalla saldezza del cemento ed al medesimo tempo dalla durezza dei preponderanti frammenti minerari di questa particolare forma di arenaria.

Gli indicati accenni al carattere petrografico valgono soprattutto a mettere in evidenza che la pietraforte si è principalmente costituita a spese di preesistenti rocce cristalline e che l'elemento calcareo è anche qua con ogni probabilità e in maggioranza dovuto ai prodotti di disfacimento di resti organici marini, depositati nel fondo insieme ai materiali provenienti dal continente.

Relativamente all'esemplare di ammonite rinvenuto nei banchi di pietraforte delle Grotte l'autore osserva che si tratta di una forma abbastanza comune a Monteripaldi e rara invece a Monte Cuccioli, forma che venne descritta dal De Stefani come *Schloenbachia Cocchii* Men., adottando per essa il nome generico proposto dal Neumayr.

Descritte le caratteristiche principali del fossile ed esposte alcune considerazioni circa l'*habitat* della *S. Cocchii*, l'autore conclude affermando che non solo per la regione appenninica settentrionale ma anche per gran parte dello stesso bacino mediterraneo, studi recenti hanno trovato così marcata la concordanza e continuità di formazione fra Cretaceo ed Eocene che, mancando l'appoggio dei fossili, si è più volte affacciata l' impossibilità di distinguere nettamente i depositi di un periodo da quelli dell'altro.

(E. Tissi).

MARTELLI A. — *Metamorfismo sul contatto fra serpentine antiche e scisti a Campo Ligure.* (Boll. Soc. geol., Vol. XXXI, fasc. 3-4, pag. 285-302, con 1 tav.). — Roma.

Osserva anzitutto l'autore che le serpentine sono, fra le rocce di Campo Ligure, quelle che presentano una maggiore importanza per lo sviluppo localmente raggiunto e pel complesso delle questioni geologiche e dei fenomeni di metamorfismo che con esse si connettono.

Osserva altresì che dopo i recenti studi sulle serpentine compiuti da chiari scienziati, studi che dimostrarono la possibilità che il serpentino possa derivare non solo dall'olivina ma anche da altri minerali come pirosseno e anfibolo, purchè privi di allumina, portando con ciò la conferma dell'origine pseudomorfa del serpentino, anche i petrografi hanno dovuto studiare le rocce serpentinose non solo negli elementi che le costituiscono ma altresì in rapporto alle rocce da cui sarebbero derivate.

I campioni descritti nella presente nota e raccolti presso Campo Ligure in una zona di confine fra le serpentine e gli scisti sottostanti, dimostrano non solo la complessità della formazione serpentinosa, ma anche l'intensità delle modificazioni petrografiche compiutesi per metamorfismo nei terreni a contatto colle serpentine.

Alla descrizione delle serpentine a contatto con le altre formazioni di Campo Ligure, e degli scisti serpentinosi dovuti a quello stesso metamorfismo chimico-meccanico delle serpentine a cui suolsi generalmente riferire l'origine degli scisti verdi, l'autore fa seguire la descrizione di quegli scisti che per avere assunta una composizione e struttura analoga a quella dei paragneiss, dei micascisti e degli anfiboloscisti, meritano di essere distinti con la denominazione adottata dai petrografi per gli scisti cristallini che più si avvicinano a quelli di Campo Ligure per la composizione mineralogica, pur rimanendone disgiunti per la genesi e per la modificazione dei propri elementi cristallini.

Sono pertanto descritte nella presente nota le serpentine compatte, gli scisti serpentinosi, gli scisti anfibolici, gli scisti talcoso-micacei gneissici e gli scisti talcoso-micacei ad andalusite, le quali rocce sono anche illustrate in una tavola allegata alla nota. (E. TISSI).

MELI R. — *Di un blocco di marna pliocenica nel peperino presso Ariccia.* (Boll. Soc. geol., Vol. XXXI, fasc. 3-4, pag. LXXXIV). — Roma.

In occasione dell'adunanza dei membri della Società geologica Italiana, tenutasi a Spoleto nel settembre 1912, l'autore comunicò di aver trovato un blocco di marna pliocenica fossilifera racchiuso nel peperino laziale del parco Chigi presso Ariccia; la marna contiene il *Pecten flabelliformis* ed il *P. amussiocristatum*, specie rare nel Pliocene romano. (E. Tissi).

Mercalli G. — *Il riposo attuale del Vesuvio.* (Rend. R. Acc. Sc. Napoli, S. 3ª, Vol. **XIX**, fasc. 3°, 4°, 5°, pag. 64-66). — Napoli.

La presente nota è stata originata dal fatto che alcuni giornali, tanto italiani che stranieri, pubblicarono, nel marzo 1913, la falsa notizia che il Vesuvio si era rimesso in attività.

Per informare quindi il mondo scientifico sul vero stato del classico vulcano, l'autore riferisce che dopo la grande eruzione dell'aprile 1906 il Vesuvio non presentò più sino alla pubblicazione della presente memoria (aprile 1913) nè efflussi lavici, nè esplosioni, o, in altri termini, restò allo stato di solfatara più o meno attiva. L'accennato riposo, soggiunge l'autore, che dura da circa 7 anni, non può, del resto, recar meraviglia alcuna, quando si pensi che il Vesuvio — dal 1700 ad oggi — presentò 9 eruzioni laterali, tipo 1872, e 3 eruzioni eccentriche, tipo 1760, e tutte furono precedute da più o meno lunghi periodi di attività e seguite da completi riposi della durata di 2 a 7 anni.

Dopo aver accennato alle condizioni dell' interno del cratere, dove i piccoli ma continui franamenti che si verificano dall'orlo e dalle pareti hanno rialzato di alcuni metri il fondo, e dopo avere particolareggiatamente descritte le fumarole esistenti all'interno e all'esterno del cratere medesimo, l'autore rileva che durante l'attuale periodo di riposo del Vesuvio si verificarono frequenti scosse di terremoto, in generale leggere ed evidentemente locali, ossia provenienti dal condotto centrale del Vulcano e da piccole profondità, come si argomenta dalla rapida diminuzione d'intensità che subirono con l'allontanarsi dal gran cono Vesuviano.

Relativamente alla causa di dette scosse l'autore crede che in maggioranza siano dovute a fenomeni di assestamento che vanno compiendosi nell'interno del condotto centrale; alcune però probabilmente rivelano gli sforzi del magma o di materie gassose ad alta tensione che tentano di squarciare la massa di materiali solidi che ostruisce il condotto vulcanico.

Circa la domanda poi, stata ripetutamente rivolta all'autore, se, cioè, il Vesuvio si trovi attualmente in uno di quei riposi secolari che si verificarono, per lo stesso vulcano, tra il 79 e il 1631, egli crede di poter rispondere negativamente, sussistendo molteplici indizi di una non lontana ripresa di attività. Tali indizi sono: 1°) la persistenza di numerose fumarole, tanto all' interno quanto all'esterno del cratere, e la temperatura molto elevata di alcune di esse; 2°) le scosse di terremoto locali ed i boati sotterranei sentiti nelle vicinanze del cratere; 3°) l'acido cloridrico persistente nelle fumarole a più alta temperatura e gli sprofondamenti recentemente verificatisi nel fondo craterico. (E. Tissi).

Merciai G. — *Contribuzioni allo studio di fenomeni carsici nelle Alpi Apuane.* (Atti Soc. tosc., Proc. Verb., Vol. XXII, n. 3, pag. 21-25). — Pisa.

Osserva l'autore che quantunque i fenomeni carsici non presentino nella regione apuana quella rilevante importanza che offrono nelle Alpi calcaree occidentali, nell' Istria ed in altri gruppi calcarei, essi sono tuttavia, anche in alcuni punti delle Alpi Apuane, abbastanza frequenti e quindi meritevoli di essere ricordati e descritti.

All' intento di portare un qualche contributo alla conoscenza geologica delle Apuane e con riserva di più particolareggiatamente illustrare e descrivere in una prossima nota i fatti osservati, l'autore riporta brevemente in questa memoria i risultati delle osservazioni da lui recentemente effettuate a nord del Pisanino, della Tambura ed in altre parti di quel gruppo montuoso, risultati che non solo confermano l'esistenza in esso dei fenomeni carsici, ma porgono altresì un' idea dell'estensione e dell'importanza che i medesimi hanno assunto in qualche parte di quella catena.

Oltre alle 31 voragini già in precedenza segnalate da altri studiosi, l'autore enumera e descrive 11 cavità da lui constatate nel versante NE del Pisanino ed altre 5 scoperte attorno alla Tambura.

Tra le 11 del Pisanino, 8 si trovano nei calcari marmorei fortemente pieghettati e fratturati del Trias e possono riferirsi al tipo delle doline a pozzo; le altre tre invece sono scavate nei calcari cavernosi e dolomitici del Retico e appartengono al tipo delle doline con inghiottitoio.

Le 5 doline scoperte attorno alla Tambura sono prevalentemente aperte nei marmi triassici.

Dopo aver accennato alle dimensioni delle doline in parola ed alle ipotesi enunciate sulla loro origine, l'autore parla dei *Karren* da lui osservati nella zona a NE del Pisanino ed a quelli, più belli ancora, che si scorgono nei marmi del Lias inferiore costituenti il gruppo delle Panie, lungo la strada che dalla Paniella scende a Colle Palestra. (E. Tissi).

Millosevich F. — *Clinozoisite di Campo a' Peri* (*Elba*). (Rend. R. Acc. Lincei, S. V, Vol. XXII, fasc. 11°, 2° sem., pag. 544-546). — Roma.

Il campione studiato dall'autore proviene dal giacimento di Campo a' Peri, nelle pendici di Monte Orello (Elba), e reca piccoli cristalli lucenti e ben determinabili di quella varietà di epidoto poco ferrifera chiamata *clinozoisite* e che è nuova per l' Elba.

I cristalli di cui trattasi si trovano sopra una roccia gabbrica metamorfosata, e sono accompagnati da cristalli di granato (grossularia) di colore rosso carnicino.

Essi sono quasi incolori o con leggera tonalità rosea in alcuni casi, appena giallognola in altri. Sono limpidissimi, con lucentezza vitrea, con facce prive di striature e che per riflessione porgono buone immagini.

Il peso specifico, determinato dall'autore col picnometro, risultò = 3,339.

La doppia rifrazione è debole e positiva, ed in relazione con questo basso indice di rifrazione è da arguirsi uno scarso tenore in ferro.

Concludendo, l'autore afferma che questa di Campo a' Peri è da ritenersi la più pura e la più tipica clinozoisite fra quelle finora conosciute.

(E. Tissi).

Millosevich F. — *Sulla cosidetta idrodolomite di Marino* (*Vulcano Laziale*). (Rend. R. Acc. Lincei, S. V, Vol. XXII, fasc. 9°, 1° sem., pag. 642-647). — Roma.

Premette l'autore che G. vom Rath, nel 1866, diede l'analisi di alcuni inclusi dolomitici nel peperino del Vulcano Laziale, inclusi che egli chiamò genericamente idrodolomite per analogia con prodotti similari del Vesuvio, pur rilevando la somiglianza di costituzione chimica di alcuni di essi con le predazziti.

Gli inclusi analizzati dal vom Rath sono pertanto dei frammenti di rocce calcareo-dolomitiche più o meno metamorfosate e conglobate nel peperino. Ma nel peperino si trovano altresì dei blocchi che hanno la stessa struttura e lo stesso aspetto di quel materiale vesuviano che Rammelsberg chiamò *idromagnocalcite* o *idrodolomite*, cioè aggregati di sferoidi bianchi, opachi, piuttosto friabili e di apparenza terrosa.

Parecchi esemplari ne possiede il Museo di mineralogia dell'Università di Roma, alcuni dei quali provengono dall'antica collezione Spada, mentre altri furono trovati nel Parco Chigi, presso Ariccia e, più recentemente, anche nel peperino di Marino.

L'autore ha compiuto lo studio appunto sui campioni dell'ultima citata località, onde constatare se effettivamente esso corrisponda, anche per le proprietà fisiche e chimiche, a quello del Vesuvio, e sopratutto per dimostrare che anch'esso non è un minerale vero e proprio, ma bensì un aggregato di minerali con particolare e caratteristica struttura.

Le ricerche dell'autore, suffragate da osservazioni di altri studiosi, porterebbero a stabilire che le idrodolomiti sarebbero dei frammenti di calcare dolomitico o di dolomite strappati dalle antiche eruzioni, i quali al contatto con le lave si sono completamente calcinati trasformandosi in ossido di calcio e in ossido di magnesio, riprendendo in seguito dall'atmosfera acqua e anidride carbonica passando così a calcite e ad idromagnesite.

Conclude l'autore che dovendosi pur conservare un nome a questo che, se non è un minerale, è una tipica associazione di minerali, sia opportuno continuare a chiamarlo con la denominazione di idrodolomite, o, meglio ancora, con quella prima datagli dal Rammelsberg di *idromagnocalcite,* la quale ricorda nel medesimo tempo anche i suoi due minerali caratteristici, cioè la calcite e l'idromagnesite. (E. Tissi).

Moderni P. — *Contributo alla conoscenza del sottosuolo dell'estuario veneto.* (Boll. del R. Comit. Geol. d'Italia, Vol. XLIII (3° della Serie V), anno 1912, fasc. 4°, pag. 336-343). — Roma.

L'autore descrive dapprima i materiali attraversati nella perforazione d'un pozzo trivellato nell'isola di Pellestrina, fra i porti di Chioggia e Malamocco, pozzo che giunto alla profondità di 53 metri si dovette abbandonare per ragioni tecniche. Accenna poi sommariamente ai risultati di due altri pozzi perforati nell'isola stessa e ne mette in rilievo le differenze nella disposizione e potenza dei materiali. Passa quindi ad esaminare quali possono essere le condizioni del sottosuolo dell' estuario, perchè le medesime abbiano permesso di avere acqua saliente in alcuni pozzi trivellati, perforati a Venezia ed isole vicine. Da ultimo indica approssimativamente la provenienza dei materiali che hanno costituito il cordone litoraneo il quale separa il mare dalla laguna. (P. Moderni).

Moderni P. — *Quel che vale la nostra nuova colonia.* (L'Esercito Italiano, Anno XXXIV, n. 34). — Roma.

E' un articolo di giornale nel quale sono riportate le citazioni del Ghisleri, dell'Hildebrandt e di altri, più specialmente di quelle contenute nel volume pubblicato dalla Commissione Agrologica per la Libia, nominata dal Ministero di Agricoltura, circa la probabile esistenza di giacimenti di minerali in quella vasta regione e le poche speranze che si hanno (dalle osservazioni geologiche che si son potute fare sinora) di trovare la continuazione dei ricchi giacimenti di fosfati esistenti in Tunisia.

L'autore dopo aver citato il parere dei competenti circa la possibilità di coltivare quasi tutta la *Gefara* o steppeto tripolino, estendentesi per circa 16.000 chilom. quadr. propone una speciale colonizzazione militare, come quella che potrebbe ridurre al minimo possibile le spese per l'occupazione militare della nuova colonia. (P. Moderni).

Mola E. — *La raccolta di minerali Ossolani esistenti nel Museo « Galletti » di Domodossola.* (Illustr. Ossolana, Anno IV, n. 1-2, pag. 12-17, e n. 3-4, pag. 45-48). — Domodossola.

La nota porge l'elenco dei campioni minerali esistenti nel Museo Galletti di Domodossola. L'elenco comprende 124 esemplari.

(E. Tissi).

Müller Fr. C. — *Die Erzlagerstätten von Traversella in Piemont.* (Z. f. pr. Geol. Jah. XX, 1912, H. 6, S. 209-240; sunto nel Geol. Zentr. Bd. 19, n. 3, pag. 101). — Leipzig.

Fa notare l'autore che presso Traversella (11 km. a nord d'Ivrea) rinvengonsi scisti micacei, gneiss, calcari, rocce granatifere ecc., contorti e di età imprecisata e rileva come tale complesso sia intersecato da roccie dioritiche acide, che, alla loro volta, sono attraversate da filoni piritosi.

La massa mineralizzata principale va ritenuta come formazione di contatto in relazione alle rocce eruttive. Tali formazioni di contatto sono strettamente connesse alle formazioni calcaree e stanno, di solito, sotto le stratificazioni scistose.

Accompagnano d'ordinario la massa mineralizzata lo spato fluore, la scheelite e più raramente la wolframite. Oltre ai solfuri il giacimento contiene anche la magnetite; i filoni sono prettamente piritosi (pirite comune e pirite arsenicale. La ganga è sempre quarzosa.

La memoria è corredata da 4 carte geologiche a colori e da varie sezioni.

(E. Tissi).

Musoni F. — *Doline di sprofondamento presso Carraria (Cividale).* (Mondo sott., Anno IX, n. 8, pag. 71-72). — Udine.

L'autore descrive tre doline situate poco a levante dell'abitato di Carraria, presso Cividale, la maggiore delle quali si trova nella località detta « Braida dietro l' Orto », sulla linea di falda meridionale dello sprone montuoso risalito dalla carreggiabile che da Carraria conduce a Castelmonte.

La sua forma la rivela subito per una dolina di sprofondamento, del tipo di quelle *alluvionali*, e le cui varie fasi di formazione sono state osservate e seguite da testimoni oculari.

Alcuni anni fa, il suolo nel quale oggi essa s' immerge, allora perfettamente orizzontale, cominciò prima a deprimersi, poi crollò tutto ad un tratto, producendo una cavità quasi cilindrica, a pozzo, con pareti verticali. Durante i periodi di pioggia un canaletto artificiale di scolo versava in essa le sue acque, che, prima ancora che si fosse prodotta, restavano in quel punto assorbite senza generare alcun ristagno.

La cavità venne in seguito artificialmente colmata dai proprietari del fondo, ma qualche tempo dopo si riaperse nello stesso punto e nello stesso modo di prima.

L'orifizio ne è quasi circolare con diametro di circa 6 metri; la profondità è di metri tre.

La dolina in parola, come tutte quelle alluvionali, è dovuta a suberosione delle acque, già ivi penetranti per un mascherato inghiottitoio; altrettanto può dirsi di altre due doline più piccole esistenti a breve distanza da quella ora descritta. (E. Tissi).

Nelli B. — ***Fossili del Miocene medio delle colline bolognesi.*** (Boll. Soc. geol. it., Vol. XXXII, fasc. 3°, pag. 305-358, con 1 tav.). — Roma.

I fossili del Miocene medio bolognese, conservati nel Museo paleontologico dell'Istituto di Studi superiori a Firenze, provengono da una marna cenerognola, talora a glauconia, sottilmente stratificata, più o meno arenacea ma sempre calcarifera per le abbondanti foraminifere (specialmente globigerine) che contiene, le quali, insieme alla rimanente fauna, attestano trattarsi di un deposito di mare piuttosto profondo e lontano dal litorale.

Le forme descritte in questa nota sono: 2 foraminiferi, 7 corallarî, 1 briozoario, 2 brachiopodi, 33 gasteropodi, 2 pteropodi, 50 lamellibranchi, 2 scafopodi, 2 cefalopodi, 1 cirripede e di pesci la sola *Oxyrlima hastalis* Ag.

Alcune forme sono nuove. (E. Tissi).

Panichi U. — *Millosevichite, nuovo minerale del Faraglione di Levante, nell'Isola di Vulcano.* (Rend. R. Acc. Lincei, S. V, Vol. XXII, fasc. V, 1° sem., pag. 303). — Roma.

Con riserva di trattarne più diffusamente in una prossima pubblicazione, l'autore con la presente nota dà intanto notizia di una specie nuova da lui trovata fra i minerali della Grotta dell'Allume, situata nel « Faraglione », presso il Porto di Levante, fra Vulcano e Vulcanello.

La nuova specie è, secondo l'autore, un minerale di formazione molto recente, e risulterebbe essere un solfato ferrico alluminico normale, a formula definita, con idratazione minore di tutti i solfati analoghi fin qui conosciuti.

Si trova in masse incrostanti di un bel color viola, con lucentezza vitrea.

I cristalli sono triclini. Il minerale è igroscopico e col tempo va perdendo il bel colore violetto. (E. Tissi).

Pantanelli D. — *Discussione sul Terziario medio in Italia.* (Boll. Soc. geol., Vol. XXXI, fasc. 3-4, pag. XCIII). — Roma.

In una delle adunanze della Società geologica italiana, riunitasi in Congresso a Spoleto nel settembre 1912, l'autore espose che lungo la pendice di Barigazzo scendente allo Scoltonna, nella massa degli strati da lui riferiti, fin dal 1883, all'Oligocene, gli unici strati fossiliferi sono rappresentati da strati a *Lucine*, da strati a *Pecten* e da straterelli a *Lepidocicline*, che risalgono fin sotto al lago Scaffaiolo; tali strati fossiliferi si trovano alla base della serie stratigrafica che sovrasta direttamente alle argille scagliose dell'Eocene superiore. (E. Tissi).

Paoli G. — *Rivista degli Insetti fossili.* (Riv. it. di Paleont., Anno XIX, fasc. II, pag. 29-30). — Parma.

La Rivista degli insetti fossili riassume le attuali conoscenze intorno alle faune entomologiche fossili, ed è arricchita da belle figure e da cenni storici.

La Rivista in parola prende le mosse dalle forme fossili del Paleozoico e termina cogli insetti del Quaternario. Nel Paleozoico, il primato per varietà e numero di forme spetta al Carbonifero. Abbastanza numerose sono anche le forme del Permiano; meno numerose quelle del Trias. Un nuovo ciclo ascendente presentano gli insetti nei periodi Liasico e Giurese ed una nuova decrescenza nel Cretaceo.

Degli insetti dell'Era cenozoica vengono con maggior diffusione trattati quelli del Miocene. (E. Tissi).

Pelloux A. — *Nota preliminare sulla fosfosiderite della miniera di S. Giovanneddu presso Gonnesa* (*Sardegna*). (Estr. dagli Ann. St. Nat. Genova, S. 3ª, Vol. VI (XLVI), opus. di 3 pag.). — Genova.

Questa nota concerne due interessanti esemplari di un minerale in cristalli di colore violetto, impiantati sulla galena, che fanno parte della collezione mineralogica del Museo Civico di Genova, a cui sono stati recentemente donati.

Per l'abito trimetrico e per la paragenesi, i cristalli di cui trattasi furono dapprima ritenuti come una varietà violetta dell'anglesite, ma l'autore, dalle misure cristallografiche e dall'analisi chimica qualitativa constatò trattarsi invece di un fosfato idrato di ferro che, per il complesso dei suoi caratteri, corrisponde alla *fosfosiderite*, specie rarissima, rinvenuta finora soltanto a Kalterborn presso Eiserfeld nel distretto minerario di Siegen in Germania.

La durezza del minerale è di poco inferiore a quella della fluorite; il suo peso specifico, determinato col picnometro, è = 2.75. Fonde facilmente al cannello, ed è solubile negli acidi cloridrico e solforico ma non nell'acido nitrico.

L'autore si riserva di descrivere più diffusamente questo minerale in una successiva pubblicazione, dopo che ne avrà eseguito l'analisi quantitativa e completato lo studio ottico e cristallografico. (E. TISSI).

PELLOUX A. — *Sulla Senarmontite di Su Suergiu (Gerrei) e di Su Leonargiu (Sarrabus) in Sardegna.* (Estr. dagli Ann. St. Nat. Genova, S. 3ª, Vol. VI (XLVI), opus. di 3 pag.). — Genova.

La senarmontite, che non era stata prima d'ora osservata in nessuna delle miniere antimonifere della Sardegna nè in quelle del continente, fu testè rinvenuta fra i prodotti delle miniere di Su Suergiu e Su Leonargiu. A Su Suergiu essa si presenta sotto un aspetto singolare, formando delle masse friabili in mezzo agli scisti neri siluriani molto disgregati e poco lucenti, nella parte superiore del giacimento, presso la superficie.

Nella miniera di Su Leonargiu la senarmontite fu osservata in un esemplare di antimonio nativo, che si rinviene con una certa frequenza entro vene argillose molto irregolari che attraversano gli scisti, pure argillosi, della località.

Il comportamento ottico di questa senarmontite è identico a quello del minerale di Su Suergiu. (E. TISSI).

PELLOUX A. — *Nuove forme della Romeina di S. Marcel in Valle d'Aosta.* (Estr. dagli Ann. St. Nat. Genova, S. 3ª, Vol. VI (XLVI), opus. di 3 pag.). — Genova.

Scopo della presente nota è di segnalare alcune nuove forme riscontrate in cristalli di romeina che l'autore raccolse nell'antica miniera di Praborna, presso S. Marcel, ritenendo che la esistenza di tali forme confermi la simmetria pseudo-regolare di questa rara specie.

L'autore descrive le forme da lui osservate, tra cui è predominante l'ottaedro.

L'abito di questi cristalli di romeina ricorda quello dello spinello; il colore prevalente è il giallo giacinto, la lucentezza vitrea, la birefrangenza forte.

I cristalli nei quali sono presenti le nuove forme indicate sono estremamente rari, non avendole l'autore osservate finora che in due soli esemplari fra i numerosi da lui raccolti alla miniera di Praborna.

(E. TISSI).

PELLOUX A. — *Nota preliminare sulla brucite, idromagnesite ed altri minerali della miniera di Monte Ramazzo presso Borzoli* (*Liguria*). (Estr. dagli Ann. St. Nat. Genova, S. 3ª, Vol. VI (XLVI), opus. di 4 pag.). — Genova.

Presso la vetta del Monte Ramazzo, a circa due ore di salita da Borzoli, nelle vicinanze di Genova, esiste una miniera che fu coltivata al principio del XIX secolo per la preparazione del solfato di magnesia.

Fra i minerali più interessanti rinvenuti in quel giacimento e che non erano stati prima d'ora descritti, va anzitutto annoverata la *brucite*, minerale che fu trovato in poche altre località italiane, e cioè: a Cogne in Val d'Aosta, in Val Malenco, nella valle di Viù e fra i minerali vesuviani, ma sempre in non grande quantità o quale elemento di alcune rocce come nei calcari di Teulada in Sardegna e nella predazzite della Val di Fassa.

A Monte Ramazzo invece la *brucite* è piuttosto abbondante, e se questa sua frequenza non venne fin qui segnalata da altri, lo si deve alla grande rassomiglianza che la brucite lamellare ha con il talco, col quale venne da altri confusa.

La brucite attraversa in tutti i sensi la serpentina alterata formando delle vene che si intersecano a guisa di reticolato. In alcuni casi la brucite deriva dall'alterazione di vene di *crisotilo*, anzi in alcuni campioni il passaggio dall'uno all'altro minerale è palese, poichè si scorgono le fibre del crisotilo cambiarsi gradatamente in lamelle di brucite.

Altrettanto frequenti della brucite sono a Monte Ramazzo gli idrocarbonati di magnesio derivanti dalla alterazione della brucite, tra cui alcuni potrebbero riferirsi alla *brugnatellite*, rinvenuta nelle cave di amianto di Ciappanico, in Val Malenco.

Abbondantissima a Monte Ramazzo è l'*idromagnesite*, che per lo più si presenta in concrezioni globulari. L'autore vi rinvenne pure l'*epsomite*, la *melanterite* e la *calcantite*. (E. TISSI).

PELLOUX A. — *Sopra alcuni minerali dei dintorni di S. Vincent e Chatillon in Valle d'Aosta.* (Estr. dagli Ann. St. Nat. Genova, S. 3ª, Vol. VI (XLVI), opus. di 9 pag.). — Genova.

In questa nota l'autore descrive alcuni minerali da lui raccolti nei dintorni di S. Vincent e Chatillon, lungo la sponda destra della Dora, in Valle d'Aosta, minerali degni di speciale menzione per la loro paragenesi e per la nitidezza dei cristalli.

L'autore descrive specialmente i cristalli di *granato*, di *diopside* e di *clorite*, che si trovano nelle spaccature della granatite e che costituiscono esemplari identici a quelli provenienti dal Pian della Mussa in Val d'Ala.

Nelle vicinanze di Chatillon l'autore raccolse anche qualche campione d'*idocrasio*, che forma delle sottili vene nella prasinite cloritica; trovò pure, nella medesima località, della *mussite*, racchiusa nella serpentina scistosa.

(E. TISSI)

PERRET F. A. — *Report on the recent great eruption of the volcano « Stromboli »*. (From the Smithsonian report for 1912, pag. 285-289, with 9 plates). — Washington.

Le ragioni che indussero l'autore a pubblicare la presente memoria sono principalmente le seguenti:

1°) Che l'eruzione di cui trattasi (1912), insieme alla precedente del 1907, differisce notevolmente da quelle che caratterizzano l'ordinaria attività dello Stromboli, tanto da costituire una nuova êra nell'abito eruttivo di quel vulcano;

2°) Che l'eruzione del 1912, sebbene sia stata la più grandiosa di quelle verificatesi negli ultimi decenni ed abbia messo in serio pericolo gli abitanti dell'isola, fu quasi inavvertita dalla stampa.

3°) Che tanto nel 1907 quanto nel 1912, l'autore fu di quelle eruzione l'unico spettatore scientifico. I vulcanologi italiani si limitarono a visitare l'isola dopo chiusa la fase eruttiva.

Dopo alcune indicazioni concernenti la posizione geografica dell' isola, l'autore osserva che lo Stromboli è, in sostanza, un piccolo cono vulcanico elevantesi a circa 925 m. sul livello del mare, quantunque la parte emersa non rappresenti che la sommità di una montagna vulcanica subacquea di ben più vaste proporzioni.

Principali caratteristiche della parte emersa sono: una sommità frastagliata e divisa, un cratere eccentrico situato a circa 200 metri sotto la cima del cono, una ripida parete, detta *Sciarra del Fuoco*, discendente dal cratere al mare e due ripiani situati nell'opposto versante del monte e che costituiscono la parte abitata dell'isola.

Il cratere non è pertanto visibile dall'abitato, e ciò contribuisce non poco a mantenere una relativa tranquillità in quella popolazione, la quale non avverte molti dei fenomeni caratteristici che precedono o che accompagnano le eruzioni.

Durante la presente generazione la normale attività del vulcano fu caratterizzata — anteriormente agli eventi del 1907 e del 1912 — da una moderata ma quasi continua forma eruttiva, con frequenti proiezioni di frammenti di lava incandescente, i quali davano una illuminazione così regolare e brillante da far meritare allo Stromboli il nome di « *Lanterna del Mediterraneo* ».

Nella primavera del 1907 l'anzidetta normale attività fu interrotta da una violentissima eruzione. La fase eruttiva durò parecchie settimane con ingente fuoruscita di lava e con la formazione di un vero e proprio cratere di circa 200 m. di diametro.

All'accennata fase parossismica succedette un lungo periodo di quasi completo riposo, onde anche per lo Stromboli ebbero allora a verificarsi gli alterni caratteri di attività e di inazione che si manifestano per l'Etna e pel Vesuvio.

Durante quel periodo di quiete non il più lieve bagliore sprigionò da quel cratere, e quando l'autore visitò nuovamente il vulcano nel 1909 esso era ancora allo stato quiescente.

L'eruzione del luglio-agosto 1912 fu, nell' insieme, più imponente di qnella del 1907 e fu preceduta da locali violenti scosse di terremoto.

Furono eruttati anche grossi blocchi di lava basaltica solida, compatta, contenente proporzione rilevante di olivina. Insieme alla lava ebbesi abbondante emissione di lapilli e di cenere, che sulla sommità del monte raggiunse lo spessore di due metri.

L'autore così riassume le sue osservazioni:

a) La cenere dell'eruzione del 1907 era acida, quella del 1912 alcalina, entrambe nocive alla vegetazione;

b) Il periodo parossismico delle citate due eruzioni coincide con le fasi luni-solari, per le quali lo Stromboli mostra grande sensibilità;

c) L'emissione di ceneri, verificatasi nell'eruzione del 1912, fu accompagnata da forti manifestazioni elettriche con vividi e quasi incessanti bagliori;

d) I prodotti delle fumarole nell'eruzione del 1912, raccolti dall'autore consistono principalmente in Al, Fe e Mg, combinati con H_2SO_4 e HCl; le manifestazioni gasose erano costituite da SO_2 e da tracce di H_2S.

e) Le bocche eruttive erano in numero di sei;

f) L'eruzione durò dal 22 luglio al 14 agosto 1912;

g) Il cratere del 1907 aveva circa 200 m. di diametro ed era molto profondo; la gola del vulcano rimase quasi libera, così che i gas ebbero modo di svolgersi liberamente e continuamente dopo l'eruzione;

h) L'eruzione del 1912 allargò fino a 300 m. il preesistente cratere e lo lasciò parzialmente riempito di materiali franati dalle pareti del cratere medesimo;

i) I gas sprigionantisi nei periodi parossismici avevano approssimativamente la composizione dell'aria atmosferica, analogamente a quanto verificossi al Vesuvio nel 1906. (E. Tissi).

Piacentini G. — *Scavi nella grotta « Ta-Pot-Figonzo ».* (Mondo sott., Anno IX, N. 3, pag. 69-71). — Udine.

La grotta di Ta-Pot-Figonzo si apre con due bocche in una parete di brecciola calcarea eocenica che si incontra percorrendo la mulattiera che dal ponte di Barlog conduce a Gabrovizza, nell'Udinese.

La grotta ha circa 15 metri di lunghezza. Il suo suolo è formato da un terriccio asciutto e friabilissimo, la volta e le pareti sono rese irregolari da abbondanti incrostazioni stratificate e mammelliformi.

La Ta-Pot-Figonzo (sotto il fico) era grotta di sbocco, ma ora lo stillicidio manca affatto. Il terriccio, completamente asciutto, e le condizioni del terreno all'esterno dimostrano come neppure nei giorni piovosi da essa escono acque.

Escavando nel suolo della grotta, apparvero, dopo un primo strato di terriccio, grosse lamine d'incrostazioni calcaree e sottili strati limosi. Il materiale osteologico rinvenuto non fu abbondante, ma tuttavia sufficiente per la sicura determinazione delle seguenti specie: 1°) *Cervus capreolus* Linn.; 2°) *Cervus elaphus* Linn; *Ovis Aries* Linn.; *Capra hircus* Linn.

Si trovarono pure pochi resti di carboni ed un frammento di roccia calcareo-argillosa arrossato ed annerito dal fuoco. Questi ultimi trovamenti testimoniano della presenza dell'uomo nella grotta in epoca abbastanza antica, data la profondità a cui furono rinvenuti e la loro giacenza sotto i crostoni stalagmitici. (E. Tissi).

Platania G. — *Le recenti variazioni del livello del mare in Italia e la causa del terremoto di Messina e Reggio nel* 1908. (Riv. geogr. it., Anno XX, fasc. IX, pag. 562-566). — Firenze.

Nella nota sono riassunte le varie argomentazioni che il sismologo giapponese prof. Omori ha presentate in una sua recente pubblicazione in merito alle variazioni del livello medio del mare nelle diverse stazioni mareografiche italiane ed austriache, variazioni che, secondo lo stesso autore, avrebbero stretta attinenza con la causa del terremoto Calabro-Siculo del 28 dicembre 1908 e porterebbero a confermare l'innalzamento del livello medio del mare dopo il suaccennato cataclisma. (E. Tissi).

Ponte G. — *Sulla indipendenza delle acque sotterranee dell'Etna dalle precipitazioni atmosferiche.* (Rend. R. Acc. Lincei, S. V, Vol. XXII, fasc. 8°, 1° sem., pag. 502-507). — Roma.

Con la presente nota l'autore tende a stabilire che le importanti sorgenti d'acqua minerale e potabile che sgorgano dal versante sud-orientale dell' Etna, non provengono — come altri crede — da infiltrazioni di acque piovane, e si riserva di documentare il proprio asserto con più ampie dimostrazioni in una successiva memoria. (E. Tissi).

Prever P. L. — *Gita a S. Valentino Caramanico.* (Boll. Soc. geol. it., vol. XXXII, fasc. 4°, pag. CXXXI–CLII). — Roma.

E' la descrizione della gita da Sulmona a S. Valentino Caramanico compiuta dai membri della Società geologica italiana in occasione dell'Adunanza estiva tenutasi ad Aquila nel settembre 1913.

La gita di cui trattasi ha fornito occasione ai Congressisti di ammirare spettàcoli indimenticabili di bellezza e di asprezza, come il pittoresco paesaggio offerto dalla conca Sulmontina, dalle gole di Popoli e di Val Lavino, dal panorama della Majella, del Morrone e delle cime del Gran Sasso ammirato dalla valle del Pescara, come pure dal contrasto fra questi aspri nudi monti ed i bassi colli terziari, a dolce contorno, ricchi di vegetazione, che degradano verso l'Adriatico.

L'autore descrive i tratti geo–litologici e le fattezze morfologiche della regione esaminata.

Descrive la gita alle miniere asfaltifere ed agli stabilimenti delle due Società *Reh e C.* e *Neuchâtel Asphalte,* la forra e la cascatella del torrente Cusano ; ricorda i caratteri litologici delle roccie asfaltiche e le discussioni sulla loro età geologica ; enumera le faunule nummulitiche ed orbitoidiche desunte dall'esame di esemplari raccolti nelle cave o nei pressi delle medesime ed espone infine varie particolarità che hanno attinenza coll'industria asfaltifera. (E. Tissi).

Principi P. — *Intorno ad alcuni fenomeni di erosione sotterranea nei calcari cretacei ad ovest di Assisi.* (Boll. Soc. geol., vol. XXXI, fasc. 3–4, pag. 334-336). — Roma.

In questa nota l'autore si occupa delle cavità canaliformi ordinariamente riempite di argilla bruna, che scorgonsi negli strati di calcare rosato del Cretaceo superiore, messi a nudo da una profonda trincea aperta per l'estrazione di materiale edilizio lungo la strada passante tra Colle S. Rufino e Col Caprile a circa mezzo chilom. ad ovest di Assisi.

L'autore spiega la causa del fenomeno, dovuta alle acque percolanti lungo la stratificazione inclinata ; mentre l'argilla bruna rappresenta il prodotto dell'erosione del calcare e corrisponderebbe precisamente alla *terra rossa*, che giace accumulata all'esterno, sul fondo di doline o di altre depressioni.

(E. Tissi).

PRINCIPI P. — *Secondo contributo allo studio dei fenomeni carsici dell'Umbria* (*Catena dei Monti Martani*). (Mondo sott., anno IX, n. 3, pag. 49-65). — Udine.

La catena dei Monti Martani, costituita essenzialmente da calcari, presenta — come molti altri rilievi secondari dell'Umbria — una serie di fenomeni carsici che meritano di essere rilevati.

L'autore divide i fenomeni carsici di cui trattasi in tre categorie, cioè: *doline* propriamente dette, *voragini* e *grotte*.

Tra le doline meritano di essere specialmente menzionate la così detta *Corva di Mezzanelli*, da riferirsi al tipo delle doline a *calice;* il *Caccaro* (dolina a *scodella*), il *Tifeno* (dolina a *ciotola*), il *Caccaro di Pascuccio* (tipo intermedio tra le doline a *piatto* e quelle a *scodella*), il *Fondo Cricchio* (dolina a *piatto*).

Tra le voragini l'autore menziona particolarmente il *Pozzale* e la *Pozzicula;* tra le grotte la *Grotta dei Cani*, la *Grotta dei Banditi* e la *Grotta del Ticchetacche.*

La maggior parte delle doline che si osservano nella Catena Martana sono dovute alla erosione o corrosione superficiale esercitata intorno ad una fessura o ad un reticolato di fessure preesistenti.

I fenomeni carsici nel territorio in esame non assumono la grandiosità che è dato osservare in altre regioni calcaree, e ciò specialmente a causa dello sviluppo che assumono i calcari cretacei e giurassici intercalati a strati marnosi ed argillosi (scisti a fucoidi, strati ad aptici, ecc.) che ostacolano ed interrompono la circolazione delle acque nel sottosuolo.

(E. TISSI).

PRINCIPI P. — *Alcune osservazioni sulle dicotiledoni fossili del giacimento oligocenico di Santa Giustina* (Liguria). (Estr. dagli Atti Soc. it. per il progr. Scienze, VI Riunione, Genova, ottobre 1912, opusc. di 5 pag.). — Roma.

Mentre lo Squinabol si è assunto il compito di studiare le crittogame, le monocotiledoni e le conifere, l'autore rende conto, in questa nota preventiva, delle dicotiledoni facenti parte della flora fossile di S. Giustina.

Al numero di 120 ascendono le forme studiate dall'autore, tra cui vanno annoverate 20 forme nuove.

Il complesso della flora dimostra chiaramente l'età oligocenica del giacimento in parola, comecchè alcune forme si presentino anche nel Pliocene. Ventuna specie sono comuni ai giacimenti oligocenici esteri più conosciuti

(E. TISSI).

Principi P. — *Osservazioni sui terreni agrari della Somalia italiana meridionale.* (Giorn. geol. pr., Anno XI, fasc. II, pag. 1-53). — Parma-Torino.

La nota concerne lo studio eseguito dall'autore di numerosi campioni di terreni della Somalia meridionale italiana (Regione del Basso Giuba e del basso Uebi Scebeli), campioni raccolti dai dottori Giuseppe Scassellati-Sforzolini e Nello Mazzocchi-Alemenni durante il loro viaggio in quella colonia.

Premessi alcuni cenni sulla costituzione geologica e sui caratteri morfologici della regione, l'autore enumera partitamente le risultanze dell'analisi fisico-litologica, meccanica e mineralogica dei campioni esaminati, deducendone che i terreni della Somalia meridionale si possono dividere in due gruppi, cioè in *terreni sabbiosi* formanti le dune e altri rilievi che si svolgono lungo l'Oceano e formanti altresì alcuni lembi di depositi fluviatili, e *terreni* più o meno *argillosi* e *compatti* che costituiscono gran parte della pianura alluvionale che si estende ai due lati del Giuba e dell'Uebi Scebeli.

(E. Tissi).

Pullé G. — *La Torbiera di Campotosto.* (Boll. Soc. geol. it., vol. XXXII, fasc. 4°, pag. CLXXXIX-CCII, con 2 tav.). — Roma.

Durante il Congresso tenuto in Aquila nel settembre del 1913, la Società geologica italiana visitò la torbiera di Campotosto. In relazione a tale escursione l'A. dà in allegato agli atti del Congresso alcuni cenni illustrativi di questa potente ed estesa torbiera che può annoverarsi fra gli esempi classici delle formazioni torbifere d'altipiano.

Dopo aver delineato i principali caratteri geo-morfologici del bacino, l'A. accenna alla distribuzione della torba nelle sue diverse zone, alle principali proprietà fisiche e chimiche di questa, ed ai lavori in corso ed in progetto per la messa in valore della torbiera.

La nota è corredata di una cartina illustrativa e di una sezione del giacimento torbifero. (G. P.).

Pullé G. — *Sulla probabile esistenza di una notevole dislocazione nelle formazioni mesozoiche dei Pizzoni di Laveno* (Nota preliminare). (Boll. Soc. geol. it., vol. XXXII, fasc. 1°-2°, pag. 293-296). — Roma.

Questa breve nota preliminare è frutto dei lavori di rilevamento iniziati a cura del R. Ufficio geologico nella regione posta ad Oriente del Verbano durante l'estate del 1912.

L'A. prendendo argomento dalla determinazione stratigrafica e cronologica di uno stretto orizzonte marnoso riferibile alla base della dolomia principale, induce la probabile esistenza di una notevole dislocazione nelle formazioni mesozoiche dei Pizzoni di Laveno, facendo notare che un rilievo dettagliato della regione permetterà di dimostrare l'esistenza di numerose fratture che debbono avere interessato i terreni secondari (1).

(G. P.).

PULLÉ G. — *Il manganese della regione di Portoscuso (Sardegna) e le formazioni trachitiche che lo accompagnano.* (Boll. Com. geol. it., Vol. XLIII, fasc. 4°, pag. 321-335, con 7 fig. e 1 tav.). — Roma.

La nota consta di due parti distinte. Nella prima si descrivono sommariamente i caratteri geologici e petrografici delle formazioni vulcaniche della regione di Portoscuso, sovrappostesi ai terreni sedimentarii del Terziario, le quali sono costituite da un'alternanza di trachiti e di tufi in cui è possibile distinguere almeno tre colate laviche e due sedimenti di tufo ora brecciforme ora cineritico.

Nella seconda parte si prende in esame un interessante fenomeno di mineralizzazione per cui si originarono in queste stesse formazioni delle impregnazioni e delle vene di manganese, le quali debbono considerarsi come il prodotto di una contrazione operatasi, per azione degli agenti superficiali, sui sali di manganese venuti a giorno colle trachiti e da queste liberatisi in seguito ad un processo di estrazione magmatica.

Si osserva che la mineralizzazione è notevolmente diffusa, ma finora non furono messe a giorno concentrazioni tali da alimentare serie speranze di successo in giacimenti di questo genere, la cui disparizione in profondità può rendere instabili e precarie le coltivazioni. (G. P.).

RIBONI P. — *I giacimenti di petrolio di San Giovanni Incarico.* (Rivista del Servizio Minerario per il 1911, pag. 135-139). — Roma. (Rass. min., Vol. XXXVIII, n. 1, pag. 1-3). — Torino.

In questa nota è riportata la cronistoria delle vicende alle quali andò soggetta — dal punto di vista industriale e minerario — la zona petroleifera esistente in provincia di Caserta e precisamente nei Comuni di San Giovanni Incarico e di Pico, nella zona compresa fra il fiume Liri ed i monti San Leucio, Pota, Vaglio e Cervaro.

---

(1) *Nota dell'Autore.* — In realtà alcune escursioni eseguite durante l'estate del 1913 hanno permesso di determinare e localizzare meglio sul terreno alcune linee principali di dislocazione, ma essendosi dovuti troncare i lavori per ragioni interne di ufficio, questo studio regionale è rimasto fino ad oggi sospeso.

G. P.

Dopo aver rilevato che gli strati nei quali il petrolio fu incontrato appartengono alla formazione terziaria, e specialmente al Miocene, e consistono in marne più o meno dure, marne sabbiose ed argille colorate, alternanti fra loro e ricoprenti degli ammassi di conglomerati che alla loro volta rivestono i calcari nummulitici e cretacei sottostanti, l'autore espone le fasi per le quali passarono le esplorazioni di petrolio fatte in quella regione, ne enumera i risultati e gli insuccessi, cita le epoche in cui le ricerche furono eseguite e le profondità raggiunte dai singoli pozzi, descrive le caratteristiche fisico-chimiche del petrolio e termina formulando il voto che possano venire riprese non solo le trivellazioni ma benanco gli studi tettonici di tutta la zona asfaltico-bituminoso-petroleifera estendentesi dagli Abruzzi alla Terra di Lavoro, nonchè quelli della zona petroleifera Salernitana e Potentina, le quali pure presentano qualche interesse.

(E. Tissi).

Roccati A. — *Brevi cenni geologici e litologici sopra il Vallone del Mont Colomb.* (Opus. di 11 pag., Società Tipo-litogr. Ligure, E. Olivieri e C.). — Genova.

Il vallone del Mont Colomb — osserva l'autore — appartiene geologicamente al noto ed importante « Gruppo dell'Argentera » ed è scavato nelle roccie gneissiche, che sono predominanti, per non dire esclusive, in quella regione. Sono gneiss a scistosità generalmente irregolare e poco evidente e comprendono diverse varietà, come il *gneiss micaceo*, il *micaceo-cloritico*, l'*anfibolico*, il *pirossenico*, il *granatifero*, il *cloritico*, il *gneiss a pirite* ecc.; vi manca però il vero gneiss normale tipico che è invece predominante nella Serra dell'Argentera.

L'autore si addentra quindi a parlare di altre caratteristiche petrografiche di quella massa gneissica, degli inclusi che vi si osservano e della natura lito-mineralogica dei medesimi, della tettonica dell'ampia zona gneissica in cui è scavato il vallone di cui trattasi, dell'età di quelle formazioni e dei caratteri glaciologici che nella regione si riscontrano.

Per ciò che concerne l'età l'autore ritiene che le formazioni in parola anzichè all'Arcaico (al quale si volle ascrivere tutto il gruppo gneissico dell'Argentera ed a cui possono riferirsi le parti più profonde del Massiccio) debbano invece riferirsi al Paleozoico. Le varie roccie ivi esistenti sarebbero in generale di origine clastico-detritica e dovrebbero la loro accentuata cristallinità a fenomeni di profondo metamorfismo.

Dal lato glaciologico — soggiunge l'autore — la regione del Mont Colomb può dirsi l'unica delle Alpi marittime in cui esistano veri ghiacciai, che sono i più meridionali della catena alpina.

Oggidì essi più non sono che piccoli ghiacciai, di cui nessuno ha lunghezza superiore ad un chilometro, i quali fortemente risentono delle precipitazioni nevose più o meno abbondanti dell'annata precedente e presentano quindi bruschi scarti di avanzamento e di regresso; ma durante il periodo glaciale anche in quella regione il glacialismo doveva presentare uno sviluppo veramente grandioso. (E. Tissi).

Roccati A. — *Il quarto tronco della linea Vievola–Tenda* (*ferrovia Cuneo–Ventimiglia–Nizza*). (Boll. Soc. geol. it., Vol. XXXII, fasc. 3°, pag. 451–464). — Roma.

Quale contributo alla conoscenza della natura geo-litologica dell'alta valle della Roia, l'autore descrive in questa nota le varie roccie incontrate lungo il quarto tronco della linea Vievola–Tenda, della ferrovia Cuneo-Ventimiglia-Nizza.

Il tronco in parola si svolge tutto ed esclusivamente nelle formazioni del Monte Cagnolina, in territorio di Tenda, formazioni che costituiscono il rilievo divisorio tra il vallone di Rio Freddo e la valle della Roia.

Tale tronco, compreso tra le progressive m. 4400.00 e 5970.31, comprende quattro gallerie in curva, cioè la galleria di Rio Freddo, la galleria Morga, la galleria Gerbo e la galleria Cagnolina. Il rimanente del tronco è costituito da un rilevato, dalle trincee d'approccio alle gallerie, da due altre trincee e da quattro manufatti.

Mentre i primi tre tronchi della suddetta ferrovia furono scavati parte in calcari dolomitici del Trias medio o superiore e parte nelle anageniti a cemento micaceo–metamorfico, caratteristiche del Permo–Trias nell'alta valle della Roia, il quarto tronco Rio Freddo–Cagnolina si svolge invece in formazioni che appartengono in parte ai terreni giurassici ed in parte a quelli del Cretaceo.

Le formazioni del Giura e del Cretaceo, che hanno grande sviluppo in questa importante zona delle Alpi Marittime, vi sono rappresentate essenzialmente da calcari sempre più o meno magnesiferi e da scisti calcarei ed argillosi.

Tali roccie sono caratterizzate dalla presenza di abbondante sostanza carboniosa, che imparte loro una tinta nera; in esse non si rinvennero sinora che scarsi resti fossili, anzi nella località in esame proprio nessuno.

Alle suesposte indicazioni l'autore fa quindi seguire la descrizione particolareggiata delle formazioni incontrate nello scavo del mentovato quarto tronco Rio Freddo–Cagnolina. (E. Tissi).

ROCCATI A. — *Il talco delle « Grangie Subiaschi » in Val Pellice (Alpi Cozie) ed i minerali ad esso associati.* (Atti R. Acc. Sc. Torino, Vol. **XLVIII**, disp. 10ª, pag. 630-642). — Torino.

La nota ha per oggetto la descrizione di un giacimento di talco situato nella parte nord-occidentale del vallone dei Subiaschi (Valle del Pellice) e precisamente nella località detta Combà Fionira, presso le così dette « Grangie Subiaschi ».

In detta località il talco affiora alle falde orientali della Punta Cournour, alla quota di circa 2200 metri, e sembra che alcune decine d'anni fa abbia formato oggetto d'una lavorazione abbastanza intensa.

Il giacimento di talco alle « Grangie Subiaschi » è rappresentato da banchi compresi fra i calcari bianchi saccaroidi, nettamente stratificati, che costituiscono la formazione assolutamente predominante in quella parte della Valle del Pellice, ed in perfetta concordanza stratigrafica coi medesimi.

Si ha quindi un tipo di giacitura che esattamente corrisponde a quella di parecchie delle cave di talco attualmente lavorate nella vicina valle della Germanasca, nella quale i banchi di talco si trovano generalmente al contatto fra i gneiss od i micascisti ed i calcari cistallini, oppure sono interstratificati ai calcari cristallini stessi.

Il minerale è tenero ed untuoso al tatto; ha lucentezza perlacea-submetallica e color bianco argenteo tendente al verdognolo, con numerose chiazze a tinta gialla più o meno intensa derivante da inquinazione di limonite, la quale probabilmente deriva dall'alterazione dei cristalli di pirite che trovansi inclusi nella massa.

Inglobati in questo talco, che ha struttura fogliacea, vi sono cristallini di attinoto, cristalli di pirite e piccoli cristalli di granato.

I cristalli di attinoto, che sono abbondantissimi, hanno forma prismatica più o meno allungata; i cristalli di pirite hanno dimensioni massime non superiori a quelle di un pisello e forma risultante dall'associazione del pentagonododecaedro con il cubo; i cristalli di granato presentano esclusivamente la forma del rombododecaedro.

Oltre al talco fogliaceo esiste in alcuni punti anche il talco compatto, bianco, con lucentezza sub-perlacea, saponaceo, untuoso al tatto, tenero, con perfetta apparenza di steatite.

Questo talco compatto, omogeneo, senza minerali accessorî inglobati nella massa, ha composizione chimica molto prossima a quella teorica, cioè: $SiO_2 = 63.5$; $MgO = 31.7$; $H_2O = 4.8$, ed i rapporti molecolari portano con grande approssimazione alla formula $H_2Mg_3Si_4O_{12}$, che è appunto la formula di composizione generalmente ammessa per il talco.

Tanto nel talco delle « Grangie Subiaschi » quanto in quello della valle Germanasca è caratteristica anche la presenza dei così detti « rognoni », cioè di certe masse tondeggianti, di variabilissime dimensioni, che si incontrano saltuariamente inglobate nel talco e che sono generalmente costituite da quarzo ialino.

L'autore ritiene che questi rognoni abbiano notevole importanza per la ricerca della genesi dei giacimenti di talco.

(E. Tissi).

Roccati A. — *Il pozzo trivellato dell'Ospedale S. Lorenzo nella città di Carmagnola.* (Estr. dalla Riv. di Ing. Sanit. e di Edil. moderna, opus. di 7 pag.). — Torino.

Nell'agosto 1912 l'Amministrazione dell'Ospedale di S. Lorenzo, nella città di Carmagnola, affidò alla Ditta Audoli e Bertola di Torino l'incarico di eseguire un pozzo trivellato per la ricerca di acqua potabile da servire pei bisogni dell'Ospedale medesimo.

Alla profondità di 70 metri la perforazione raggiunse una zona marnoso-argillosa al di sotto della quale incontrò una copiosa falda acquifera saliente, il cui zampillo salì fino a m. 3.80 sopra il piano di campagna, con una portata di circa 4 litri al minuto secondo, avendo l'acqua una temperatura di 13°.2.

L'autore passa ora a partitamente descrivere il materiale incontrato con la trivellazione a diversi livelli, materiale che si conserva presso il Museo Geo-Mineralogico del R. Politecnico di Torino, e la cui composizione mineralogica permette di stabilire che le formazioni attraversate sono tutte riferibili al Quaternario recente e che le alluvioni provengono quasi esclusivamente dalle Alpi Marittime in cui sono appunto caratteristiche le roccie quarzitiche, anagenitiche e scistose, porgendo così una conferma che nell'alluvionamento del sottosuolo di Carmagnola poca o nessuna influenza ebbe il Po, il quale doveva scorrere a notevole distanza verso occidente.

Soggiunge l'autore che il materiale estratto dal fondo del pozzo fino a 50 metri sotto il livello del suolo rappresenta le alluvioni depositate durante il primo ed il secondo periodo delle *Terrazze* dal fiume Tanaro, nel quale già avevano confluito i torrenti Gesso, Stura, Grana, Maira e Varaita.

Superiormente ai 50 metri si avrebbero invece le alluvioni corrispondenti al terzo periodo delle *Terrazze*, durante il quale l'alluvionamento fu ancora operato dal Tanaro e dagli altri suoi affluenti, ad eccezione della Varaita.

L'acqua rintracciata è perfettamente limpida, incolora, inodora e di sapore grato e risulta ottima anche dall'eseguita analisi chimica, quantunque il suo grado di durezza sia piuttosto sensibile. (E. Tissi).

ROCCATI A. — *Tremolite e talco lamellare nel calcare del vallone dei Subiaschi* (Valle Pellice). (Riv. di min. e crist. it., Vol. XLII, fasc. V e VI, pag. 65-75). — Padova.

L'autore porge in questa nota la descrizione dell'anfibolo del calcare del vallone dei Subiaschi, che egli afferma essere una tipica tremolite, nonchè del talco disseminato in una varietà di quella roccia calcarea sotto forma di esilissime laminette. (E. TISSI).

ROCCATI A. — *I ghiacciai del gruppo Clapier-Maledìa-Gelas* (*Alpi Marittime*). (Estr. dalla Riv. del Club Alp. Ital., Vol. XXXII, N. 5, Anno 1913, opus. di 9 pag.). — Torino.

In questa nota l'autore descrive le condizioni in cui si trovavano, nell'estate del 1912, i ghiacciai Clapier, Peirabroc, Maledìa, Muraion e Gelas, compresi nella zona delle Alpi Marittime, e rende conto delle osservazioni fattevi e delle operazioni ivi eseguite per il collocamento di segnali.
(E. TISSI).

SACCO F. — *La geotettonica dell'Appennino meridionale.* (Boll. Soc. geol., it., Vol. XXXI, fasc. 3-4, pag. 379-387). — Roma.

Facendo seguito ad un precedente lavoro sull'Appennino meridionale, pubblicato due anni or sono nel Bollettino della Società geologica italiana, l'autore presenta ora, a naturale complemento del primo, la presente nota corredata della cartina geotettonica ed accompagnata dalle opportune indicazioni a chiarimento della medesima.

Dall'esame di questa cartina geotettonica dell'Appennino meridionale, chiaramente emerge che la parte orientale od adriatica dell'Appennino è costituita essenzialmente da rughe più o meno ondulate e serpeggianti mentre che la sua parte occidentale o tirrena è principalmente costituita da fratture più o meno lineari.

Tra queste due grandi zone principali si va insinuando a sud, ossia nella regione della Lucania–Basilicata, una specie di zona intermedia a grandiose e complesse anticlinali ondulate.

Una tale differenza geo-tettonica è essenzialmente dovuta alla differente costituzione geo-litologica della catena appenninica in esame, giacchè mentre la regione occidentale-tirrenica è costituita, nel suo complesso, da una potente serie di banchi calcarei compatti, rigidi, cretacei e giura-triassici, nella sua parte orientale-adriatica invece è formata specialmente da terreni eocenici, rappresentati da strati calcarei ed arenacei alternati con scisti argillosi.

Ora sotto l'intensa azione orogenica, ripetutasi più volte dalla fine dell'Eocene al Quaternario, i banchi calcari mesozoici, grossi e compatti della regione tirrenica si fratturarono secondo varie direzioni, risultandone un complesso di giganteschi frammenti, che nei successivi sforzi orogenici subirono vari spostamenti, di sollevamento alcuni, di sprofondamento altri, con accompagnamento di inclinazioni diverse e di irregolarità svariatissime.

La regione appenninica orientale-adriatica invece, essendo parzialmente costituita da formazioni scistose, tenere, piegabili e scorribili, anzichè a fratturazioni, andò soggetta a multiformi corrugamenti e ripiegamenti, più o meno accentuati, ripetuti e ondulati.

Nel primo caso ne risultò una orografia a grandi gradini, a giganteschi tavolati, separati da grandi e profonde vallate ; nel secondo caso invece ne risultò un'orografia tormentata, un paesaggio a serie di monti e colline più o meno sub-parallele, separate da valli poco larghe e poco profonde.

(E. Tissi).

Sacco F. — *Osservazioni geo-idrologiche circa il problema dell'acqua potabile per Este.* (Opusc. di 11 pag.). — Stab. tip. P. Pastorio, Este.

Premette l'autore che la regione Euganea che forma oggetto della presente nota è geologicamente costituita da una impalcatura generale di calcari più o meno marnosi, qua e là siliciferi, di età cretacica, grigi o biancastri o rosati, che passano, nella parte più alta, a calcari marnosi grigio–giallognoli di età eocenica.

Tutti gli accennati calcari (detti volgarmente *scaglia* per la loro facile suddivisione e frantumazione in scaglie irregolari), che si presentano in strati o banchi a tettonica generalmente assai dolce, sono ricoperti da potenti formazioni trachitiche e tutta la regione è ammantata da un deposito più o meno ingente di detrito di falda, calcareo o trachitico, relativamente recente (quaternario), irregolarmente breccioide, il quale trovasi accumulato tanto nelle depressioni superiori quanto nelle pianeggianti vallate inferiori ove costituisce parte importante del deposito alluvionale dei bassopiani vallivi.

Esposte le accennate indicazioni geologiche generali necessarie per la conoscenza dei fenomeni idrologici che hanno attinenza col soggetto della presente nota, l'autore passa a trattare del regime acqueo sotterraneo, osservando anzitutto, in linea generale, che per le acque sotterranee della regione Euganea in esame è da escludersi qualunque origine alpina od altrimenti lontana, come da alcuni era stato supposto, e che si tratta invece unicamente di acqua di pioggia o di locale fondita di nevi.

L'autore viene quindi alla conclusione essere del tutto presumibile che con opportune opere di estrazione si potrà ottenere dalla località detta Fontanazza una quantità d'acqua sufficientemente *abbondante* e *costante* da alimentare la città di Este, con o senza — a seconda delle circostanze — ulteriori allacciamenti di sorgenti dalle circonvicine pendici.

(E. TISSI).

SACCO F. — *Les Alpes Occidentales.* (Vol. in-4º di 196 pag. con carta geolog., carta tectonica e sezioni). — Torino.

In questa pubblicazione, l'autore sinteticamente riassume tutto ciò che oggidì si conosce intorno alla genesi ed alla struttura geo-litologica delle Alpi Occidentali, dividendo, a tal uopo, il suo lavoro come segue:

Sunto istorico-bibliografico, nel quale vengono segnalati i principali studi di natura geologica finora compiuti sulle Alpi Occidentali, ed al quale fa seguito l'esame delle diverse formazioni a partire dall'*Arcaico-Paleozoico* (gneiss, scisti cristallini e roccie massive) e dedicando un capitolo speciale all'*Antracolitico* più o meno metamorfico.

Segue quindi la descrizione del *Mesozoico*, cominciando dal caratteristico *Mesozoico metamorfico* e venendo successivamente ad esaminare il *Mesozoico Normale*, distinto nei suoi piani principali *Trias*, *Retico*, *Lias*, *Giuraliassico* e *Cretaceo* e nelle sue suddivisioni secondarie.

Fa quindi seguito la descrizione del *Cenozoico*, distinto pur esso nei suoi piani principali (Eocene, Oligocene, Miocene, Miopliocene e Pliocene) e nei sotto-piani rispettivi: segue poscia la descrizione del *Neozoico*, diviso in Plistocene ed Olocene.

Uno speciale capitolo è destinato alla disamina del *Metamorfismo*, il quale nella costituzione delle Alpi Occidentali ha una indiscussa ed indiscutibile importanza.

Un capitolo è destinato alla *Tettonica*, eccezionalmente complessa in quel gruppo montuoso, la quale viene illustrata da una tavola di sezioni geologiche dimostranti i complicati ripiegamenti, contorsioni ed accavallamenti cui quelle formazioni andarono soggette e per i quali ebbe a derivarne la complessiva configurazione di quella catena alpina.

Chiude l'opera un capitolo di *geologia applicata* ed un *riassunto geoistorico*, il quale in rapida sintesi compendia la cronistoria geologica delle Alpi Occidentali a cominciare dalle più antiche formazioni e via via risalendo fino ai nostri giorni.

Corredano la memoria, oltre alle già accennate tavole di sezioni, una carta geologica ed una carta tettonica. (E. TISSI).

SACCO F. — *Rinvenimento di Fenestelle all'Elba.* (Boll. Soc. geol. it., Vol. XXXII, fasc. 3°, pag. 439–444). — Roma.

Nel tratto dal Malpasso alla Spiaggia di Ripabianca (versante Nord-orientale dell'isola d'Elba), fra gli argilloscisti ondulatamente inclinati a N.-NO., l'autore rinvenne parecchi resti di *Fenestella* che, per la forma complessiva, le maglie, ecc., ricordavano le specie di Fenestelle tanto frequenti in certe formazioni del Permo-Carbonifero.

Anche il prof. Gortani, assai pratico in materia per avere recentemente studiate le Fenestelle del Paleozoico Carnico, ed al quale fu sottoposto uno dei migliori esemplari dell' Elba, dichiarò che la forma esaminata si può, dall' insieme dei suoi caratteri, con fondamento avvicinare alla *Fenestella Veneris* Fischer, propria del Carbonifero delle Alpi Carniche, della Russia e forse del Belgio.

Dagli emersi risultati l'autore crede di poter dedurre che la complessa formazione brunastra, essenzialmente argillo scistosa, che si sviluppa a nord di Rio Marina, dal Malpasso sin oltre la spiaggia di Ripabianca, piuttosto che al Siluriano sia riferibile al Carbonifero. (E. TISSI).

SANNA E. — *Cenni sulla importanza dei filoni, detti radiali, del massiccio granitico dell'Arborese, in regione di Gennamari–Ingurtosu (Sardegna).* Rass. min., Vol. XXXIX, N. 3, pag. 41–43). — Torino.

I filoni detti radiali — osserva l'autore — ugualmente che quelli detti periferici del nucleo granitico dell'altipiano d'Arbus, si ritennero dapprincipio originati direttamente dal sollevamento dei graniti e si supposero tutte quelle fratture generate dalla contrazione per raffreddamento e consolidamento del magma granitico.

In seguito poi a particolareggiati studi del giacimento di Gennamari-Ingurtosu potè stabilirsi che gli accennati filoni appartengono a due sistemi distinti, e ciò tanto in riguardo alle cause che provocarono le fenditure quanto per ciò che concerne la formazione metallifera.

Secondo l'autore, i filoni radiali, ritenuti finora di esigua importanza, potrebbero fornire, con ulteriori esplorazioni in profondità, un vasto campo di proficue coltivazioni, e ciò in considerazione che i laccoliti riscontrati nei punti dei filoni in cui si verificarono le maggiori concentrazioni metallifere, potrebbero costituire altrettante colonne mineralizzate in profondità e specialmente al limite d'influenza della zona di circolazione delle acque, cioè immediatamente sotto il così detto *livello idrostatico.*

Osserva altresì l'autore esservi probabilità di scoprire, nelle regioni profonde, dei giacimenti di altri metalli (rame, nichelio, stagno), giacchè i filoni radiali appunto perchè d'origine più recente e formati quasi da emanazioni metallifere dovrebbero, in profondità, dare ricetto a minerali di rame, essendovi stata in Sardegna un'epoca metallifera più recente, caratterizzata dalla grande quantità di calcopirite che trovasi disseminata nelle trachiti porfiriche della costa occidentale dell' isola. (E. TISSI).

SARTORI F. E TESTA L. — *La stratigrafia del Paleozoico d'Iglesias.* (Res. Ass. min. sarda, Anno XVIII, N. 2, pag. 9–13 con 2 tav.). — Iglesias.

In seguito a nuove escursioni eseguite dagli autori, le quali confermarono la ripetizione costante dei fatti stratigrafici sui quali poggiavano le loro primitive osservazioni, e dopo che i fossili trovati negli scisti silurici di Planudentis, Candiazzus e Domusnovas ne sommistrarono anche la riprova paleontclogica, gli autori stessi riassumono come segue le loro deduzioni:

1º gli scisti cambriani di Cabitza sono sottostanti alle arenarie cambriane;

2º la dolomia rigata passa gradatamente alle arenarie alle quali è sottostante; essa fa quindi parte della formazione cambriana;

3º la massa calcarea di Monteponi e quella pure di S. Giovanni, S. Giovaneddu, S. Giorgio e Cabitza, vale a dire la massa che racchiude la mineralizzazione, nulla ha di comune con la dolomia rigata, ed altro non è se non una grande formazione brecciosa composta di calcare ceroide e calcare dolomitico metamorfico;

4º la massa brecciosa metallifera è stretta tra lo scisto cambriano a Sud e la dolomia rigata a Nord. Il contatto tra lo scisto cambriano e la breccia metallifera è estremamente irregolare, rotto, in molte regioni raddrizzato verticalmente o addirittura pendente a Sud, con discontinua interposizione di calcescisti e dolomitoscisti anch'essi estremamente rotti e contorti;

5º la massa brecciosa metallifera a sua volta non ha una vera stratificazione, ed ha una direzione che nulla ha che vedere nè con la stratificazione della dolomia rigata nè coll'andamento del contatto cogli scisti cambriani;

6º la massa brecciosa metallifera deve quindi ritenersi un incluso, estraneo e posteriore alle rocce cambriane che lo contengono;

7º astrazion fatta delle miniere filoniane negli scisti, quali Montevecchio e Ingurtosu, le rimanenti miniere dell'Iglesiente sono strettamente legate alla presenza del calcare ceroide e della breccia, motivo per cui potrebbe trarsene la seguente illazione:

che i giacimenti tipici dell'Iglesiente sono nel calcare a grotte siluriano o postsiluriano o nella breccia che l'accompagna, e che la dolomia rigata cambriana dà luogo a mineralizzazioni di grande importanza. (E. TISSI).

SAWICHI L. R. — *Die eiszeitliche Vergletscherung des Orjen in Süddalmatien.* (Z. f. Gletscherkde, V, H, 5, 1911, S. 339-355; sunto nel Geol. Zentr., Bd. 18, N. 12, 1467). — Leipzig.

Dalla nota si desume che la regione dell' Orjen, nella Dalmazia meridionale, presenta nelle sue parti orientale ed occidentale marcatissime diversità per ciò che concerne le vestigia delle antiche glaciazioni, diversità che vanno indubbiamente attribuite alla differente natura dei venti che vi dominano, essendo i venti occidentali sensibilmente più caldi di quelli che spirano nella parte orientale di quella regione.

Oltre ai caratteri morfologici, assai diversi nelle opposte parti di quella plaga, i ghiacciai differivano notevolmente anche in rapporto alla loro estensione; infatti mentre quelli del versante occidentale raggiungevano al massimo tre km. di lunghezza e non scendevano sotto la quota di 1000 metri, quelli del versante orientale presentavano invece uno sviluppo longitudinale di 8-10 km. e scendevano fino a 600 m. (E. TISSI).

SIEBERG A. — *Ein Besuch des Stromboli.* (Natur, VIII Jahr, 1912, S. 289-295, 338-341; sunto nel Geol. Zentr., Bd. 19, N. 1, pag. 16). — Leipzig.

Riferisce l'autore di avere visitato lo Stromboli in un periodo di sua straordinaria attività, cioè al principio dell'agosto 1911.

Dopo alcune considerazioni d' indole generale e dopo alcune indicazioni concernenti la morfologia del vulcano, l' autore fa notare che le esplosioni si verificavano ad intervalli variabili da 3 a 26 minuti ed erano tanto più violente quanto più lungo era il periodo che le separava. Esse erano generalmente accompagnate da un leggero tremolìo o scuotimento del suolo, al quale, dopo pochi secondi, seguiva un rombo sordo e prolungato e talvolta uno schianto paragonabile a quello di un colpo di cannone.

Immediatamente dopo elevavasi dal cratere una densa e scura nube di fumo e cenere, avente la forma d' un cavolfiore, e subito dopo un gettito di lava che ricadeva parte nel cratere e parte sui suoi orli e sui fianchi.

La caduta dei proietti cagionava un crepitìo simile a quello che produce una pioggia torrenziale sulla platea lastricata d'una strada o d'una piazza.

(E. TISSI).

Sieberg A. — *Streifzüge in süditalienischen Erdbeben-und Vulkangebieten, mit besonderer Berücksichtigung des Ätna und seiner letzen Eruption.* (Ans. d. Natur, VII Jahr, 1911, S. 268-275, 302-311, 334-348, 376-383; sunto nel Geol. Zentr., Bd. 19, N. 3, pag. 111). — Leipzig.

In questa nota l'autore riassume i risultati di due escursioni scientifiche da lui eseguite in Italia nel 1910 e 1911.

Dopo alcuni cenni sul Vesuvio e sui Campi Flegrei l'autore passa a descrivere le caratteristiche geologiche delle zone Siciliana e Calabrese che furono teatro del memorabile cataclisma del 28 dicembre 1908, come pure delle plaghe della Campania e della Basilicata state funestate dal terremoto del 7 giugno 1910, osservando al riguardo che i danni risentiti dalle costruzioni edilizie hanno concomitanza non soltanto con la costituzione geologica del terreno ma eziandio colle modalità di costruzione e col grado di decomposizione dei materiali.

Segue quindi la descrizione dell' Etna, coi particolari inerenti alla sua topografia, alla sua struttura geologica ed alle sue memorabili eruzioni, tra cui deve annoverarsi quella laterale del marzo-aprile 1910, stata particolarmente studiata dall'autore e della quale ricorda e descrive le varie bocche, le spaccature, ecc., nonchè la natura dei prodotti eruttati anche in rapporto alla quota dei rispettivi orifizi d'uscita.

(E. Tissi).

Sieberg A. — *Die topographischen Umgestaltungen auf dem Ätna, hervorgerufen durch die Eruption in der Zeit vom 9 bis 26 september* 1911. (Geol. Beitr. z. Geophys., XI Bd., 2-4 H., S. 162-176, Leipzig; sunto nel Geol. Zentr., Bd. 19. N. 1, pag. 14). — Leipzig.

In questa nota l'autore rende conto delle osservazioni da lui effettuate sul posto in occasione dell'eruzione etnea verificatasi nel settembre 1911.

(E. Tissi).

Squinabol S. — *Radiolari della strada nazionale al Monginevro.* (Boll. Com. geol. it., vol. XLIII, fasc. 2°-3°, pag. 281-289). — Roma.

La nota concerne le radiolarie raccolte nel 1910 dall' ing. Franchi lungo la strada nazionale del Monginevro, dello studio delle quali venne incaricato l'autore.

Molte delle forme raccolte vennero in seguito scartate perchè non si prestavano a determinazioni precise. L'esame particolareggiato si restrinse quindi a 14 forme, di cui 5 non hanno alcun riscontro in altre già note.

L'autore osserva che il citato numero di specie esaminato sarebbe invero troppo esiguo per poterne fare deduzioni cronologiche rigorosamente certe, se non vi fossero fra esse alcuni esemplari speciali e caratteristici che non consentono alcun dubbio sull'orizzonte a cui deve riferirsi la roccia a radiolarie del Monginevro, cioè al Neo-giurassico.

(E.- Tissi).

Stefanini G. — *Osservazioni geologiche nella Somalia italiana meridionale.* (Boll. Soc. geol. it., vol. XXXII, fasc. 3°, pag. 398-400). — Roma.

Premette l'autore che dopo oltrepassata una larga zona costiera formata di depositi eolici ed alluvionali, inoltrandosi verso l'interno del paese si entra, quasi insensibilmente, in una regione pianeggiante ma costituita di rocce assai più antiche.

Di questa regione l'autore ha visitato solo la parte che si stende a mezzogiorno e ad oriente di Bardera, tra il corso inferiore del Giuba, il Monte Meldac e il Monte Egherta, ed è appunto di essa che si occupa la presente nota.

Questa regione è costituita da un massiccio di roccie cristalline (granititi, quarziti, gneiss) che si estende fra Egherta, Monte Mun e Bur Meldac; a tale massiccio si addossa in trasgressione una serie di depositi calcari mesozoici, i quali generalmente presentano strati pochissimo inclinati.

I primi strati immediatamente al di sopra delle rocce cristalline sono arenacei: trattasi di arenarie quarzose o calcari grigi con granelli di quarzo, per lo spessore di qualche decimetro.

Succedono dei banchi di lumachella con grosse bivalvi, gasteropodi, brachiopodi, coralli. ecc., alternanti con banchi di calcari grigi poveri di fossili o includenti nidi di fossili tutti frantumati.

L'autore la ritiene una formazione neritica, originatasi molto vicino alla spiaggia; al di sopra però i depositi si fanno più marnosi e presentano solo tracce di gasteropodi in cattivo stato di conservazione.

A questa prima serie di strati — della complessiva potenza di una cinquantina di metri — fa seguito una pila di calcari generalmente grigi, privi di fossili, a cui succedono, in alto, nuovi orizzonti fossiliferi, che l'autore specificatamente descrive enumerando anche i fossili contenutivi, senza però indicare per essi alcuna attribuzione specifica e senza potere assegnare un sicuro riferimento cronologico ai depositi che li contengono.

(E. Tissi).

Steinmann G. — *Über Tiefenabsätze des Oberjura im Apennin.* (Vortr. der Geolog. Vereinig, in Marburg am Mai 1913). — Wien.

Osserva l'autore che nella zona a *facies* lepontinica degli Appennini, si ebbe ripetute volte occasione di notare formazioni di mare profondo sotto forma di Radiolariti, nonchè depositi argillosi e calcarei abissali, e che una delle più rimarchevoli di tali formazioni si trova presso Figline di Prato, tra Firenze e Pistoia, vale a dire nella zona che racchiude il rinomato « Verde di Prato », ossia il serpentino del Monteferrato.

Poco lunge dal villaggio di Figline, nelle vicinanze di quel Camposanto, l'autore ha desunto, trasversalmente al vallone detto di Ripa, una sezione geologica riportata nella presente nota, la cui successione stratigrafica è costituita, in alto, da alberese in grossi banchi, ed in basso da un complesso di tipiche radiolariti, il tutto riposante su serpentini, gabbri, oficalci. Tra gli alberesi e le radiolariti tipiche trovansi alternatamente interposte stratificazioni di rocce abissali, argillose e silicee, le quali racchiudono anche uno straterello prettamente calcare.

La massa principale delle Radiolariti (nettamente visibile in una cava presso il Camposanto del villaggio) ha una potenza di circa 40 metri, ed è, secondo l'autore, la schietta rappresentante del medesimo tipo litologico che rinviensi in altre parti degli Appennini a facies lepontinica, nelle falde retiche delle Alpi e nell'Alta Brianza.

Una particolarità interessante è offerta anche da un banco radiolaritico piuttosto potente, visibile nella cava presso il Cimitero. La radiolarite compatta presenta numerose cavità prismatiche di circa 7 cent. di lunghezza e 3 cent. di larghezza e rientranza, le quali — secondo l'autore — deriverebbero da celestina o da barite.

La fauna radiolaritica corrisponde in ogni sua particolarità a quella cosidetta titoniana, rinvenuta in vari punti delle sinclinali abissali alpino-appenniniche, e già descritte dal Rüst, dal Pantanelli e dal Parona.

Le argille ed i calcari, a struttura estremamente fina, intercalati nella parte superiore della serie, possono essere pure abissali, ugualmente che le radiolariti. Le formazioni argillose sono assolutamente prive di fossili e nei banchi calcarei le radiolarie sono distinguibili solo in determinate circostanze, quando cioè il loro scheletro è trasformato in limonite.

I depositi abissali siliceo-argillosi sono qui, come in altre località dell'Appennino, ricoperti dalle ingenti masse calcaree dell'alberese. Stante l'estrema povertà di fossili macroscopici (astrazion fatta dalle alghe), la loro microfauna, fin qui sconosciuta, viene ad assumere una particolare importanza.

Le radiolarie si presentano piuttosto numerose nei finissimi calcari, ma di ancor maggiore importanza, nei riguardi dell'alberese, sono le foraminifere.

Specialmente l'alberese di Figline contiene spesso la *Calpionella alpina* Lorenz, la quale costituisce un fossile decisamente caratteristico delle formazioni calcaree del Giura superiore o del Cretaceo inferiore, nelle quali soltanto l'autore afferma che la piccola foraminifera fu finora trovata.

Dalle suesposte osservazioni e dalle conseguenti deduzioni l'autore crede di poter affermare che l'*alberese deve riferirsi al Giura superiore* (Titoniano) o *al Cretaceo inferiore* e probabilmente all'uno ed all'altro, e che l'assoluta mancanza di fossili è un argomento di più per ritenerlo quale un prodotto calcareo abissale.

L'autore afferma eziandio di aver rinvenuto i medesimi caratteri anche in altre località. Così egli trovò *Calpionella* con Radiolarie anche nell'alberese di Monte Maggiore, presso Gabbro nei Colli Livornesi, nonchè a Portoferraio ed in altri punti dell' Elba. Negli orizzonti superiori dell'alberese l'accennata microfauna diventa più rara, mentre si fanno più frequenti le alghe e le Globigerine.

L'autore assegna pertanto alla potente compagine stratigrafica dell'Appennino toscano la seguente determinazione cronologica:

Il macigno lo ascrive al Turoniano o al Senoniano;
la pietraforte l'ascrive al Cenomaniano;
l'alberese superiore lo ascrive al Cretaceo inferiore (Gault?);
l'alberese inferiore lo ascrive al Malm medio,

pure ammettendo tuttavia che una parte del macigno possa ascriversi al Terziario.

Osserva poscia l'autore che l'accennata compagine stratigrafica associata alle rocce ofiolitiche viene dalla massima parte dei geologi italiani attribuita all' Eocene superiore e designata ancora col nome di « Terziario ofiolitico ». Ma una tale classificazione è dall'autore ritenuta erronea ed ormai insostenibile, anche in considerazione che la fauna della pietraforte in Toscana è costituita da ammoniti di tipo cenomaniano, da Inocerami, ecc.

Soggiunge l'autore che all'età del *Terziario ofiolitico* nell'Appennino si riconnette un'altra questione di capitale importanza geologica, quella, cioè, che concerne l'istessa orogenesi appenninica.

La maggior parte dei geologi italiani vede nell'Appennino un gruppo autoctono, ripiegato, con locali e parziali scorrimenti. Egli invece vi distingue una parte autoctona, l'Appennino calcareo, con facies austro-alpina, ed una parte alloctona, sovrapposta alla prima, con facies lepontinica e che rappresenta l'Appennino scistoso.

Una tale ipotesi è combattuta dai geologi italiani, i quali vogliono riguardare la parte scistosa come il normale ricoprimento dell'Appennino calcareo, ma l'autore osserva che tutti i resti fossili, tanto macroscopici che microscopici, depongono in favore della sua teoria, inquantochè la fauna radiolaritica è caratteristica del Giura superiore e da esso inseparabile, e che le Calpionelle dell'alberese inferiore depongono indubbiamente per un'età titonico-sottonecomiana.

Rileva, per ultimo, l'autore che tutta la serie litologica del « *Terziario ofiolitico* » tanto sedimentare che eruttiva, si rinviene, con sorprendente identità di caratteri, nelle falde del Retico alpino, mentre la medesima serie non trova esatto riscontro nelle roccie terziarie d'Europa, con le quali non corrisponde nè per le rammentate analogie nè per le determinazioni paleontologiche. (E. Tissi).

Steinmann G. — *Die Bedeutung der jüngeren Granite in den Alpen.* (Vortr. der Geolog. Vereining. zu Frankfurt am Main am Januar, 1913). — Wien.

La nota ha per oggetto le intrusioni granitiche che si manifestano in molti punti della distesa Alpina e che costituiscono uno dei più intricati ed interessanti problemi che abbiano riferimento all'orogenesi di quella classica catena di monti, assai discordi essendo al riguardo i pareri degli studiosi che si sono finora occupati dell'argomento.

Dopo avere accennato alle varie particolarità ed ai vari aspetti che nella catena alpina presentano le intrusioni granitiche, l'autore ricorda le imponenti intrusioni granitiche e dioritiche di età sicuramente terziaria che si manifestano nelle Cordigliere americane, dall'Alaska alla Patagonia. Ricorda altresì le analoghe intrusioni al confine tra le Alpi orientali e le Dinaridi, le intrusioni di Ivrea e del Gran Paradiso, quelle del Gruppo della Disgrazia fra Bergell, la Valtellina e Malenco, quelle di Maloja, nell'Engadina, le intrusioni sienitiche di Biella, quelle dioritiche di Traversella (massivo della Torritta) con cui sembrano essere in stretta relazione orogenetica i giacimenti ferro-cupriferi di Traversella.

All'odierno stato delle cognizioni in materia l'autore crede di poter affermare che l'ultima grande fase positiva del movimento orogenetico alpino è caratterizzata da imponenti iniezioni granitiche visibili nel versante posteriore della catena, e che un identico fatto si manifesta negli Appennini. Infatti mentre nella zona anteriore di questi non si ha traccia di formazioni granitiche, quest'ultime si manifestano nella zona interna, ad esempio, all'Elba. (E. Tissi).

Stella A. — *Le miniere di Cogne.* (Rass. min., vol. XXXVIII, N. 70, pag. 181-183). — Torino.

Rileva l'autore che le note miniere di Cogne, in Val d'Aosta, sono escavazioni, più o meno antiche, di minerale di ferro, aperte in ammassi a mineralizzazione di magnetite, inclusi in una massa lenticolare di serpentina incuneata fra roccie calcaree stratificate. Le roccie del tetto sono costituite da scisti fissili calcareo-micacei (calcescisti) e quelle del letto da grossi banchi di calcari più o meno dolomitici, i quali — poco più sotto — riposano su calcescisti identici a quelli del tetto.

Nella massa dei calcescisti, così del muro come del tetto, s'intercalano masse varie di roccie basiche, talora uguali alla serpentina della massa principale, talora da quella diversa. Detriti di falda e depositi morenici ricoprono in moltissimi punti le roccie in posto.

I giacimenti minerari degni di tal nome sono quelli denominati *miniera di Liconi, miniera di Larcinaz* e *affioramenti di Colonna.*

Quello di Liconi, che è il più importante, presenta notevole ricchezza e grande omogeneità di costituzione: si tratta infatti di un ammasso costituente quasi un unico blocco di buon minerale compatto a base di magnetite, alla quale ordinariamente si associano pirosseno, olivina, serpentino, clorite e talvolta anche venuzze di epidoto, granato e calcite.

E' — in sostanza — un minerale a base di magnetite con matrice essenzialmente silico-alluminosa-magnesiaca-calcarea-ferrosa.

L'autore descrive partitamente gli accennati giacimenti anche nelle rispettive caratteristiche topografico-mineralogiche, prospettando anche l'ammontare della loro presunta ricchezza. (E. Tissi).

Stella Starabba F. — *Sulla cuspidina degli inclusi nel peperino dei Monti Albani.* (Rend. R. Acc. Lincei. S. V., vol. XXII, 1º sem., fasc, 12º, pag. 871-875). — Roma.

La nota concerne lo studio, effettuato dall' autore, di un interessante campione proveniente dal peperino d'Ariccia, studio che ha permesso di annoverare fra i minerali dei Monti Albani una specie non mai riscontratavi in passato, cioè la cuspidina.

La presenza della cuspidina nei prodotti dei vulcani Laziali è interessante anche per il fatto che di tale minerale non si conoscevano che due sole giaciture, cioè quella classica di Monte Somma, e quella, nota solo da poco tempo, di Franklin-Furnace nello Stato di New-Jersey (S. U. di America).

Tutte le cuspidine finora conosciute provengono da calcari metamorfosati; anche il campione d'Ariccia consiste appunto in un frammento di blocco di calcare metamorfosato, incluso nel peperino e rinvenuto in una cava aperta nel Parco Chigi (dintorni di Ariccia).

L'autore descrive i caratteri fisici, chimici e cristallografici del minerale in parola, del quale la composizione chimica rimane, per ora, indeterminata.

(E. Tissi).

Stella Starabba F. — *Contributo allo studio chimico della sodalite del Monte Somma e del Vesuvio.* (Riv. di min. e crist. it., vol. XLII, fasc. 1°, 2°, 3°, 4°, pag. 20-40). — Padova.

Premesso che sulla vera composizione chimica della sodalite molto è stato discusso senza tuttavia poter giungere ad una formula conclusiva e definitivamente accettata, l'autore espone in questa nota i risultati degli studi da lui eseguiti sopra una certa quantità di minerale messo a sua disposizione dal prof. Zambonini.

Come risultato essenziale dello studio di cui trattasi emerge la necessità di considerare la sodalite come una soluzione solida di un ortosilicato e di un clorosilicato, spiegando con ciò la variabilità del contenuto in cloro nelle numerose analisi finora date. Per il clorosilicato viene proposta una formula atta a meglio spiegare le proprietà chimiche del minerale.

Dalle ricerche dell'autore viene altresì dimostrata la possibilità della coesistenza, accanto al sodio, di notevoli quantità di potassio. In relazione con quello dei caratteri chimici, è stato condotto anche lo studio dei caratteri fisici e principalmente degli ottici, per i quali poterono essere osservate importanti anomalie nelle disposizioni sfuggite nelle precedenti ricerche.

Vengono, per ultimo, riferite alcune osservazioni cristallografiche che interessano il granato e l'idrocrasio e che furono eseguite su cristalli accompagnanti la sodalite in vari campioni. (E. Tissi).

Stella Starabba F. — *Contributo allo studio dei carbonati di sodio delle lave dell'Etna.* (Riv. di min. e crist. it., vol. XLII, fasc. 1°, 2°, 3° e 4°, pag. 41-57). — Padova.

La nota si occupa dei carbonati alcalini rinvenuti nelle lave etnee e stati anche, in più o meno larga misura, utilizzati a scopo industriale.

L'autore ebbe recentemente occasione di raccogliere alcuni campioni di carbonato di sodio in alcune grotte nelle lave della grande eruzione del 1669. Di tali campioni egli porge varie analisi, descrive i caratteri fisici, chimici e cristallografici ed esprime varie ipotesi da lui e da altri prospettate per spiegarne l'origine. (E. TISSI).

TACCONI E. — *Prime osservazioni sul gruppo vulcanico di M. Narcao nel Sulcis* (*Sardegna*). (Rend. R. Acc. Lincei, S. V, vol. XXII, fasc. 11°, 1° sem., pag. 803-810). — Roma.

In questa nota l'autore si limita a dare un sommario cenno del gruppo vulcanico di M. Narcao, nel Sulcis, ed a descrivere i due più importanti tipi di roccie che vi si rinvengono, quelli, cioè, che secondo lui corrispondono a due successive fasi eruttive, riservandosi di dare la descrizione dei tufi, degli inclusi, dei proietti, ecc., nel lavoro definitivo che presenterà più tardi, nel quale procurerà di ricostruire i diversi momenti dell'attività vulcanica di quella plaga.

Gli accennati due più importanti tipi di rocce sono i seguenti:

a) la roccia chiamata dal Lamarmora trachite peridotica e fonolitica e che l'autore definisce per ***andesite iperstenica–augitica***;

b) la roccia denominata dal Lamarmora trachite porfirica, ed alla quale l'autore non crede ancora opportuno di dare una denominazione definitiva, riservandosi di ciò fare quando avrà esaminato altro materiale o compiuta qualche ulteriore analisi.

Ad opportuna intelligenza egli fa notare fin d'ora che col nome di *gruppo di M. Narcao* egli intende il complesso di quei tre rilievi che coi nomi di M. Narcao, M. Essu e M. Murden sorgono a Sud del paese di Narcao. Complessivamente considerati si direbbe che i medesimi, ora perfettamente distinti l'uno dall'altro, formassero in origine un unico pianoro, stato in seguito suddiviso negli attuali per l'azione erosiva dell'acqua.

(E. TISSI).

TARAMELLI T. — *Se le Dinaridi costituiscano realmente una massa carreggiata.* (Rend. R. Ist. lomb., S. II, Vol. XLV, pag. 1009-1015) — Milano.

Premesse alcune considerazioni sulla attendibilità delle ipotesi comparse in questi ultimi anni circa gli accavallamenti o scorrimenti di *coltri* (*nappes* o *decke*), così di rocce sedimentarie come di rocce scistoso–cristalline ed annesse formazioni laccolitiche, fenomeni che secondo vari studiosi, tra cui Edoardo Suess ed Emilio Argand, si sarebbero ripetuti in quasi tutte le catene montuose, l'autore si occupa in questa nota particolarmente delle Dinaridi per quanto ha attinenza coll'area sud–alpina, intendendo dimostrare come manchino seri argomenti per ritenerla una regione di ricoprimento, mentre molti fatti porterebbero invece a stabilire che essa sia una regione autoctona con formazioni deposte nell'area stessa e corrugate per pressioni laterali, combinate queste o seguite da un abbassamento in corrispondenza al bacino Adriatico.

Relativamente ai limiti assegnati dal Suess alle Dinaridi l'autore non li ritiene esatti, perchè essi escludono terreni aventi le maggiori analogie con quelli compresi nei limiti stessi.

L'autore ritiene che non si possano interpretare come *finestre,* ossia aree di affioramento del sottosuolo della falda carreggiata, quegli affioramenti di micascisti e talcoscisti che si osservano dove la serie dei terreni è più disturbata o più profondamente erosa, quali sono gli affioramenti del Comelico, dei dintorni di Agordo, della Valsugana, dall'Alto Vicentino, delle Alpi Orobiche e del bacino Ceresio.

Assai difficile poi sarebbe, secondo l'autore, stabilire quale sia stata la provenienza e quale il senso di trasporto della supposta coltre delle Dinaridi, inquantochè mentre le pieghe-faglie della regione Periadriatica, gli accavallamenti della regione del Garda e gli altri assai noti dell'alta Val Trompia, del Resegone e delle Grigne accennano ad un movimento da Nord verso Sud, altri scorrimenti non meno pronunciati, ed in particolare quello della Presolana, indicano invece un trasporto di masse da Sud a Nord.

Non si può pertanto affermare che tutta la massa delle Dinaridi abbia presentato un movimento in un determinato senso, ma piuttosto si può affermare ch'essa sia in varie direzioni dislocata e pigiata, come appunto doveva verificarsi in una massa decisamente autoctona.

Nè meno difficile sarebbe poi conciliare col supposto ricoprimento delle Dinaridi l'attività endogena permiana, mesozoica e terziaria; motivo per cui l'autore crede che dal complesso dei fatti constatati possa dedursi come la supposizione di questo ricoprimento non sia punto necessaria e che serva più ad ostacolare che a chiarire la retta interpretazione delle condizioni tettoniche della regione.

L'autore conclude col dichiarare che scorrimenti e ricoprimenti si scopriranno in buon numero specialmente nelle regioni più tormentate, ma che tali sconcerti stratigrafici potranno sempre conciliarsi coll'origine autoctona delle masse rocciose, corrugate, infrante e dislocate nei loro frammenti.

(E. TISSI).

Taramelli T. — *Se l'Appennino settentrionale rappresenti in realtà un carreggiamento.* (Rend. R. Ist. lomb., S. II, Vol. XLVI, fasc. 3° pag. 128-182). — Milano.

In questa nota l'autore enumera e svolge le considerazioni che lo inducono a non accogliere l'ipotesi prospettata dai sigg. Termier e Boussac, secondo la quale il tratto di Appennino compreso tra il golfo di Gènova e la pianura padana sarebbe una regione carreggiata, o — se meglio vuolsi — di ricoprimento.

Non può accogliere una tale ipotesi perchè contro di essa stanno le osservazioni del Franchi, del Mazzuoli e dell'Issel; perchè alla medesima si oppone il fatto che gli argilloscisti del Liguriano, con scarse alternanze di arenarie, sono equivalenti alla zona emiliana delle argille scagliose e perciò sicuramente eocenici, e sopratutto perchè nell'Appennino pavese, partendo dalle arenarie del macigno inferiore, probabilmente cretacee, e venendo al calcare nummulitico dei dintorni di Bobbio, poi ai galestri colle rocce ofiolitiche, quindi ai calcari ad *helmintoidea* e poscia al calcare alberese, la serie è perfettamente in posto e si sussegue con perfetta regolarità dal basso in alto, e quindi niente affatto invertita come suppongono il Termier, il Boussac e con essi l'Argand.

Alla enunciata ipotesi viene pertanto a mancare — a parere dell'autore — il suo principale argomento, ond'egli è tratto a soggiungere che se si rimane perplessi ad accettare la teoria dei ricoprimenti per la regione delle Dinaridi, che i signori Termier e Boussac vorrebbero estesi sino alla Liguria, a maggior ragione si rimane increduli di fronte all'ipotesi di un ricoprimento, per piega coricata, che abbracci tutto l'Appennino, dal mare alla pianura padana. (E. Tissi).

Taramelli T. — *Dell'influenza del moto rotatorio terrestre sul fenomeno dei carreggiamenti alpini.* (Rend. R. Ist. lomb., S. II, Vol. XLVI, fasc. IX, pag. 390-395). — Milano.

L'autore confuta, in questa nota, la teoria espressa dal prof. Vladimiro Hermann dell'Università di Lione, secondo la quale a spiegazione del fenomeno dei grandiosi ricoprimenti alpini si invoca come causa cooperante la rotazione terrestre.

Con una serie di argomentazioni l'autore combatte l'accennata ipotesi, asserendo ch'essa urta contro il fatto che gli affioramenti di terreni mesozoici e terziari lungo le prealpi e nella regione euganea non accennano ad alcuna formazione che possa considerarsi come elemento delle *radici* invocate dall'Hermann.

L'autore crede pertanto di poter concludere che mentre l'applicazione dell'ipotesi enunciata dall'Hermann non risponde all'indole della causa invocata, essa urta eziandio contro l'obbiezione che nel resto della catena alpina, pure ammessi i molteplici ricoprimenti, l'ipotesi esposta non corrisponderebbe ai fatti accertati. (E. TISSI).

TARAMELLI T. — *Sul lembo pliocenico di San Bartolomeo presso Salò.* — (Rend. R. Ist. lomb., Vol. XLVI, fasc. 18-19, pag. 963-967). — Pavia.

La nota concerne il deposito pliocenico marino, situato presso il villaggio di S. Bartolomeo alla notevole altitudine di 561 metri.

Si tratta di una potente massa di conglomerato, appoggiata alla collina cretacea di scaglia rossa, rotta ed erosa, con prevalente inclinazione a sud-ovest, nella zolla che forma il Cornon.

Avendo parecchi anni addietro l'autore ed il prof. Cozzaglio osservato quella massa di conglomerato più in basso delle argille e sabbie fossilifere riferite al Pliocene, essi ritennero il conglomerato medesimo miocenico o, meglio, messiniano e coevo al noto conglomerato del colle di Rovato o Montorfano bresciano.

Recenti e più accurate osservazioni hanno però fatto modificare le suaccennate precedenti ipotesi, inducendo l'autore stesso a ritenere che il conglomerato di cui trattasi debba riferirsi a quell'ultimo periodo terziario, per alcuni geologi già facente parte dell'era diluviale, che successe immediatamente all'emersione delle spiaggie plioceniche, confermando in tal modo le asserzioni del Penck. (E. TISSI).

TARAMELLI T. — *La Guida delle Prealpi Giulie della Società Alpina Friulana.* (Riv. geogr. it., anno XX, fasc. VII, pag. 431-435). — Firenze.

In questa nota viene riassunto il contesto di un libro testè pubblicato sotto il titolo di « Guida delle Prealpi Giulie », nel quale trova anzitutto posto la descrizione generale dei monti situati fra il Tagliamento e l'Isonzo, dei colli che ne formano le falde e dell'anfiteatro morenico del Tagliamento, a cui fanno seguito importanti notizie sull'idrografia superficiale e sotterranea, sul clima, sulla flora, sulla fauna, sulla densità della popolazione in rapporto all'altimetria ed alla struttura geologica, sull'ubicazione dei principali centri abitati, sull'emigrazione, sui caratteri fisici degli abitanti, sulle condizioni agricole delle varie zone, sulla natura ed importanza dei giacimenti minerari, sulle cave per materiali da costruzione, sul regime ed utilizzazione delle acque, sulle industrie, sui commerci, sulle vicende storiche della regione e, infine, sugli uomini ragguardevoli che vi hanno avuto i natali.

Per ciò che concerne la geologia e l'orografia la nota riprospetta l'importante particolare relativo alla discordanza fra i terreni cretacei e quelli eocenici ed al motivo stratigrafico che predomina nella massa montuosa fra il Tagliamento e l'Isonzo, motivo caratterizzato da un sistema di pieghe e di pieghe-faglie nella parte settentrionale della regione.

Sono poscia riassunte le osservazioni sugli antichi ghiacciai dell'Isonzo e della Resia e sulle minori vedrette quaternarie del versante settentrionale della catena dei monti Ciampon e Maggiore, deducendosi che nell'ultimo periodo glaciale il livello delle nevi perpetue in questa parte del Friuli doveva essere circa un migliaio di metri più basso dell'attuale.

Viene quindi descritta ed illustrata da uno schizzo geologico la serie dei terreni mesozoici e terziari e la conseguente morfologia del terreno. Non mancano notizie sui fenomeni sismici ricordati dalla storia con speciale riferimento ai terremoti del 1348 e del 1511.

Il capitolo che tratta delle acque descrive l'estensione dei singoli bacini idrografici, il decorso, la portata e le condizioni di pendenza dei corsi di acqua principali, menziona i canali artificiali, le grotte e le zone caratterizzate da orografia carsica.

La pubblicazione è grandemente apprezzata per l'importanza degli argomenti e per l'indiscussa competenza degli studiosi che cooperarono alla sua compilazione. (E. Tissi).

Taricco M. — *Il Gothlandiano in Sardegna.* (Rend. R. Acc. Lincei, S. 5ª, Vol. XXII, fasc. 2°, 1° sem., pag. 109-115). — Roma.

Mentre in precedenti suoi scritti l'autore ha già dimostrata l'esistenza del Gothlandiano in vari punti della Sardegna orientale, con la presente memoria egli rende nota l'esistenza del medesimo orizzonte cronologico in quattro nuove località dell'Iglesiente–Arborese ed indica come assai probabile la presenza del Gothlandiano anche in un'altra località fossilifera della Sardegna orientale media.

L'autore è quindi tratto ad affermare che il Gothlandiano si presenta in numerosi punti della Sardegna meridionale, ed è fra i piani del Paleozoico sardo quello che offre un contenuto paleontologico e litologico più caratteristico. Soggiunge altresì che se all'indicato orizzonte potranno con sicurezza ascriversi gli scisti neri ardesiani e quelli nodulosi e chiastolitici di Villacidro, la sua importanza crescerà per la notevole estensione che verrà ad occupare in Sardegna. (E. Tissi).

TESTA L. e SARTORI F. — *Giacimenti della dolomia cambriana.* (Res. Ass. min. Sarda, Anno XVIII, n. 4, pag. 5). — Iglesias.

La nota riguarda i propositi formulati dagli autori di stabilire, cioè, con criteri fondamentali le leggi della minerogenesi dei giacimenti metalliferi dell' Iglesiente, in rapporto specialmente alla dolomia cambriana, nella quale sembra non siano racchiuse mineralizzazioni di grande importanza, mentre mineralizzazioni notevoli, almeno come quantità, esistono al contatto tra la dolomia medesima ed altre roccie di epoca posteriore, come calcare bianco o breccia, scisto silurico, ecc.

In quest'ultimo caso però in luogo della bella calamina stalattitica, che si rinviene soltanto nel calcare ceroide, si trova soltanto della calamina molto ferruginosa, talvolta a struttura scheletrica, giusta quanto è stato osservato nei giacimenti di Baueddu, S. Benedetto, Campo Pisano, Cungians Lai, Tintillonis, ecc.

Soggiungono gli autori che altra legge, accertata in gran numero di miniere, è che i filoni di piombo, contenuti nella dolomia cambriana, sono sempre di alto tenore in argento, e di ciò hanno dato conferma i filoni di Ma acalzetta, Monte Intro, Monte Palmas, Is Fossas, S. Barbara, S. Giovanni, ecc. (E. TISSI).

TESTA L. e SARTORI F. — *Ulteriori osservazioni sulla stratigrafia del Paleozoico d'Iglesias.* (Res. Ass. min. Sarda, Anno XVIII, n. 6, pag. 13-16). — Iglesias.

Nella presente nota vengono riprospettati i concetti relativi alla ripartizione approssimativa nell'Iglesiente del calcare ceroide e della dolomia cambriana, e viene con ciò collegato alla legge generale, di cui nella precedente nota, anche il Monte Marganai, che nella sua massa calcarea imponente poteva apparire come un'eccezione,

Osservano gli autori che a Masua, ad Acquaresi, ed in altri punti i candidi e grandiosi appicchi, che danno l'illusione di enormi monti completamente di calcare, non rappresentano invece che un semplice mantello di non grande potenza che cela le sottostanti dolomie cambriane le quali costituiscono la vera ossatura del monte.

In dipendenza alle citate constatazioni è necessario — soggiungono gli autori — ammettere l'esistenza della dolomia cambriana verso levante sul monte Marganai, come è pure necessario ammettere altre varianti alle concezioni fin qui prevalse sulla stratigrafia del Paleozoico d'Iglesias, e quindi anche un nuovo indirizzo da imprimere alle ricerche minerarie di quella plaga, il cui concetto si ridurrebbe, in definitiva, a saper ben distinguere, in quelle miniere, le zone occupate dalla dolomia cambriana da quelle delle roccie più recenti (calcare ceroide, calcare dolomitico, breccia dolomitica).

(E. TISSI).

TOSO P. — *Sul modo di formazione dei principali giacimenti metalliferi aventi forma di irregolari ammassi o di strati, coltivati in Toscana ed in altre regioni d'Italia.* (Boll. Com. geol. it., Vol. XLIII, Anno 1912, fasc. 2°-3°, pag. 113-233). — Roma.

Con questa pubblicazione l'autore prospetta, con concezioni genetiche per lo innanzi mai concretamente affacciate, la minerogenesi dei più importanti giacimenti metalliferi italiani ed in particolar modo di quelli della Toscana.

Premesse alcune considerazioni di carattere generale sulla genesi dei giacimenti metalliferi, ricordata la fondamentale distinzione tra giacimenti primitivi e giacimenti derivati e la conseguente diversità di formazione tra i depositi di origine pneumatolitica e quelli dovuti al processo di differenziazione, l'autore svolge alcune considerazioni sui soffioni boraciferi della Toscana, rilevando la grande analogia dei fenomeni da essi presentati con quelli che dovettero produrre i giacimenti metalliferi primitivi della regione Massetana.

Ciò premesso l'autore divide il suo lavoro in 6 parti o capitoli principali. Nella prima parte tratta dei filoni di frattura e degli ammassi metalliferi irregolari, e come conclusione di questa prima parte ne fa emergere la deduzione che alla antica distinzione *di giacimenti filoniani regolari e di ammassi irregolari, di giacimenti laccolitici, di filoni–strati, di filoni di contatto,* possa — in seguito alla nuova teoria da lui prospettata — logicamente sostituirsi le denominazioni di *filoni di frattura* e di *filoni di scorrimento,* racchiudendo così, nella definizione stessa, le cause che originarono gli irregolari ammassi metalliferi.

Coll'accennato appellativo di *filoni di scorrimento,* l'autore intende di definire un giacimento filoniano formatosi entro il piano di scorrimento generato da una faglia al tempo stesso in cui la faglia si andava formando.

Ammette pertanto l'autore che per molti giacimenti le stesse emanazioni metallifere abbiano predisposto la sede dei depositi di minerale nei piani di scorrimento delle faglie, dappoichè le venute di vapore ad alta pressione, mineralizzatrici, fisicamente analoghe ai soffioni, avrebbero — in molti casi — agito meccanicamente lungo il loro percorso, creando per tal modo i vuoti nei quali si sarebbe successivamente depositato il minerale; questi giacimenti quindi — malgrado la loro forma — non sarebbero, in sostanza, che dei *filoni*, che tuttavia, per distinguerli da quelli di schietta spaccatura, vengono dall'autore chiamati *filoni di scorrimento*.

E per viemmeglio dimostrare come gli ammassi metalliferi sotto le forme più irregolari non sono — purchè originati da processo pneumatolitico — che *filoni di scorrimento*, l'autore descrive i diversi tipi dei giacimenti metalliferi del Massetano e ne analizza e discute le singole genesi, ciò che egli fa nella seconda parte della sua monografia, nella quale egli viene specificatamente a parlare:

a) dei giacimenti metalliferi negli scisti permiani, sotto forma di esili filoni di frattura;

b) dei giacimenti piritosi al contatto fra gli scisti permiani ed il calcare retico;

c) dei giacimenti al contatto fra gli scisti permiani e gli scisti argillosi eocenici;

d) dei giacimenti fra il calcare retico;

e) dei giacimenti al contatto fra il calcare retico e gli scisti eocenici;

f) dei giacimenti fra gli scisti eocenici;

g) dei giacimenti interposti fra i graniti e di quelli esistenti al contatto fra graniti ed i calcari triassici retici.

E ciò dopo aver premesso che i giacimenti metalliferi del Massetano si trovano racchiusi fra cinque potenti formazioni, e precisamente:

1° scisti argillosi, di color violetto chiaro, lucenti, micacei, con noduli di quarzo, attribuiti al Permiano;

2° calcari alternanti con scisti argillosi varicolori, triassici;

3° calcare cavernoso dolomitico di color grigio cupo, appartenente al Retico;

4° scisti argillosi ed arenarie alternanti con banchi di calcare marnoso (alberese), attribuiti all'Eocene;

5° granito porfirico, attraversato da filoni di microgranito tormalinifero, la cui eruzione si suppone avvenuta nel periodo miocenico.

Nella parte terza l'autore tratta del quarzo che accompagna i giacimenti metalliferi del Massetano e quelli antimoniferi del Senese, e viene poscia a parlare dei minerali depositati dalle emanazioni metallifere nel loro percorso ascendente.

Nella IV parte l'autore si fa a considerare le analogie e le differenze fra i giacimenti metalliferi del Massetano e quelli cinabriferi della regione Amiatina, e viene poscia a partitamente descrivere i vari giacimenti della regione medesima, deducendone che tali giacimenti, pur ritenendoli originati da fratture di scorrimento, debbono tuttavia considerarsi originati da emanazioni a bassa temperatura, giusta la distinzione fondamentale da lui esposta al principio della sua memoria, secondo la quale da una lava in via di raffreddamento si sprigionano:

a temperatura superiore ai 500°, cloruri e fluoruri d'oro e di stagno accompagnati da bismuto e tungsteno, ed in piccola quantità solfuri di zinco, piombo, rame e ferro, nonchè carburi mascherati da predominanza di cloruri;

a temperatura fra 300° e 400°, solfuri d'antimonio, piombo, zinco con rame e ferro;

a temperatura fra 100° e 200°, mercurio con presenza di carburi che abbondano nei giacimenti cinabriferi;

a temperatura inferiore ai 100°, ferro e manganese allo stato di carbonato.

Nel Capitolo V l' autore descrive i giacimenti piritosi cupriferi di Agordo o del Bett-Ghinivert, nonchè quelli di Saint Avold e Wallerfangen (Vosgi), e del Capo Garonne, nell'Alpi marittime francesi.

Discorre poscia del giacimento di ferro di Pazzano (Calabria), di quello antimonifero di Su Sergiu, in Sardegna, e dei filoni antimoniferi dell'Alvernia (Francia), e, per ultimo, nel Capitolo VI, parla dei giacimenti cupriferi racchiusi nelle roccie ofiolitiche della Toscana e della Liguria, e termina formulando il voto che la nuova teoria da lui prospettata sui filoni di scorrimento valga ad apportare novella luce sulla minerogenesi degli ammassi irregolari, dei filoni di contatto, dei filoni strati, delle fahlbande, la quale, nonostante gli studi e le teorie esposte da illustri cultori, non aveva ancora trovato una spiegazione suffragata da argomentazioni attendibili.

(E. TISSI).

TOSO P. — *Sulla genesi dei giacimenti solfiferi della Sicilia.* (Boll. Soc. geol. it., vol. XXXII, fasc. 1°-2°, pag. 297-303). — Roma.

I giacimenti solfiferi della Sicilia — osserva l'autore — rappresentano tuttora un'incognita per ciò che riguarda la loro genesi, e le varie ipotesi prospettate dagli studiosi che si sono finora occupati dell'importante argomento, possono ridursi a due tipi fondamentali, di cui uno ha per base la riduzione del gesso, mentre l'altro esclude l'intervento di questo ed ammette invece l'origine endogena dello zolfo.

Ricordato poi che dei giacimenti solfiferi siciliani i tecnici hanno fatto una suddivisione pratica basata sulla loro importanza industriale e sulla morfologia ed ubicazione dei giacimenti per rispetto ai banchi di gesso, comprendendo pertanto in una prima categoria i giacimenti di forma amigdalare, di grande potenza e piccola estensione, generalmente assai ricchi in solfo, intercalati fra i gessi o fra questi e le soprastanti marne plioceniche, e raggruppando in una seconda categoria i giacimenti caratterizzati da grande regolarità ed estensione, piccola potenza, generalmente più poveri di solfo, giacenti tutti sotto la formazione gessosa, l'autore ritiene che l'indicata suddivisione possa pure rispecchiare una distinzione geologica per rispetto ad un diverso modo di origine e ad un diverso riferimento cronologico dei giacimenti medesimi.

I giacimenti della prima categoria, i quali forniscono la maggior quantità di solfo prodotto in Sicilia, rappresenterebbero, secondo l'autore, giacimenti dovuti alla riduzione del gesso, causata da emanazioni di idrocarburi del tutto analoghe a quelle delle attuali maccalube, emanazioni che dovettero insinuarsi fra i banchi di gesso posteriormente alla loro formazione, ossia durante il Pliocene.

I giacimenti solfiferi della seconda categoria invece, attesa la loro grande regolarità ed estensione e le minori dislocazioni subìte presentano tutti i caratteri di formazioni sedimentarie avvenute entro bacini lacustri prima della deposizione gessosa e prodotte da emanazioni di maccalube mioceniche contenenti acido solfidrico, dalla decomposizione del quale si originò il solfo di quei depositi.

L'autore conclude col ritenere che le emanazioni endogene sviluppatesi nella regione gessoso-solfifera siciliana dall'epoca miocenica fino ai nostri giorni poterono dapprima produrre dei giacimenti solfiferi sedimentari, in seguito originare l'estesa e potente formazione gessosa e da ultimo indurre in queste parziali riduzioni, nei punti dove le emanazioni termali di idrocarburi poterono inoltrarsi fra i banchi di gesso.

L'autore fa, infine, notare come le suaccennate ipotesi sulla genesi dei giacimenti siciliani valgono anche per quelli della Romagna e delle Marche.

Il potente giacimento di Ca Bernardi starebbe a rappresentare la prima categoria, mentre nella miniera Perticara si sarebbero incontrate le formazioni tanto della prima quanto della seconda suddivisione.

(E. Tissi).

Trabucco G. — *Sulla classificazione e sull'origine delle frane.* (Riv. geogr. it., Annata XX, fasc. V-VI, pag. 330-341). — Firenze.

Dalle sue personali osservazioni, fatte in vari punti dell'Appennino, l'autore è indotto a ritenere che nell'imponente fenomeno della *franosità* il fattore principale debba ricercarsi nella natura dei terreni.

Ricordati i nomi degli studiosi che si sono finora occupati del fenomeno della franosità, tra cui vanno specialmente annoverati il Pilla, lo

Stoppani, il Baltzer, l' Heim, il Neumayr, il Günther, il Pantanelli, il Braun, l'Almagià, l' Issel, l'Howe, ed enumerate le nomenclature dai medesimi suggerite per classificare le frane in determinati gruppi o categorie, a seconda dei loro peculiari caratteri, l'autore a sua volta propone, per le frane italiane, una sua speciale classificazione, la quale tende a raggruppare i fenomeni franosi in due grandi categorie, cioè in frane di *tipo semplice* ed in frane di *tipo complesso.*

Tra quelle del primo tipo egli comprende le frane per colata, per smottamento, per scorrimento, per scoscendimento e per sprofondamento.

Le frane del secondo tipo invece sono quelle che partecipano di due o più tipi semplici.

L'autore enumera partitamente le frane contemplate da ciascuno degli accennati raggruppamenti, ed in seguito viene a parlare delle cause che le producono, distinguendo queste in *intrinseche* o *predisponenti* ed in *estrinseche*, ossia concorrenti a preparare e a determinare il fenomeno.

Tra le cause *intrinseche* egli annovera la *natura delle rocce, la disposizione degli strati, l'inclinazione del terreno* e le *litoclasi.*

Tra le cause *estrinseche* l'autore colloca il *disboscamento, la piovosità, l'erosione delle acque, il gelo e disgelo, la soluzione chimica delle rocce, le sorgenti, i terremoti, le oscillazioni nel livello delle acque dei laghi, la azioni umane, lo scioglimento delle nevi e dei ghiacci, l'azione delle onde marine e l'azione dei venti impetuosi.*

Relativamente alla distribuzione geografica delle frane l'autore dimostra che nel nostro Appennino il fenomeno è ordinariamente localizzato nei terreni per loro natura franosi, come filladi, argille scagliose e galestrine, argilloscisti, marne, lehm, sabbie, tufi, mollasse, detriti rocciosi, morene.

Soggiunge che sono, in generale, immuni da frane le sommità delle catene e delle alture, perchè costituite da rocce più salde (arenarie, calcari, serpentine) e che, a parità di condizioni, il fenomeno si accentua nei versanti a forte pendìo e dove le precipitazioni sono più abbondanti e più copiose le nevi.

Quanto agli effetti delle frane l'autore li distingue in *diretti* ed *indiretti.*

I primi dànno origine a *ripe* o gradinate nella zona di *distacco*, a *conoidi* piatte, a ristagni d'acqua od a piccoli bacini lacustri nella zona di *deposito.*

Producono altresì:

a) alterazione della circolazione superficiale delle acque, come deviazioni od ostruzioni dei piccoli torrenti e formazione di vallette secondarie;

b) alterazione della circolazione acquea sotterranea, e quindi intorbidamento delle acque delle sorgenti e dei pozzi, scomparsa o ricomparsa di sorgenti di *frana*;

c) ostruzione completa o parziale di corsi d'acqua, con conseguente origine di bacini lacustri temporanei o permanenti;

d) formazione di valli di erosione normali alle coste.

Gli effetti indiretti si esplicano d'ordinario lentamente sulla plastica del suolo delle regioni franose, contribuendo alla morfologia generale delle medesime e cioè a generare il cosidetto *paesaggio di frana* (*balze, fosse, calanchi, lame, scrimoni*).

L'autore accenna, infine, ai rimedi atti a limitare i danni della franosità, purtroppo così imponenti in Italia. I provvedimenti, secondo lui più opportuni a frenare l'irruenza catastrofica delle acque selvagge e scorrenti, si riducono, sostanzialmente, ai seguenti:

Contro le frane di colate e di smottamento: Inerbimento, arbustimento, rimboscamento delle pendici.

Contro gli altri tipi di frane: Consolidamento delle masse franose con muri di sostegno, argini ed opere di fognatura.

L'autore termina col dichiarare che soltanto un fattore plastico, universale, continuo qual'è la foresta può efficacemente combattere il lavorìo dell'acqua che è l'elemento naturale più vivo della crosta terrestre.

(E. Tissi).

Trabucco G. — *Sulla origine ed età del giacimento gessifero di Roccastrada.* (Boll. Soc. geol., Vol. **XXXI**, fasc. 3-4, pag. 419-432). — Roma.

Riferite le conclusioni degli studiosi che si sono, prima di lui, occupati dell'origine e dell'età degli interessanti giacimenti gessiferi esistenti in territorio comunale di Roccastrada, l'autore descrive le condizioni di giaciturna nonchè i caratteri litologici e stratigrafici dei giacimenti stessi e viene alle seguenti conclusioni:

1° Che i giacimenti di cui trattasi hanno origine *metamorfica*, dovuta alla trasformazione in gesso del calcare retico per influenza di emanazioni solforose;

2° Che il metamorfismo, ossia la trasformazione del calcare in gesso, avvenne in epoca geologica molto posteriore a quella della deposizione del calcare, e propriamente nel periodo *pleistocenico*, per opera di emanazioni venute dall'interno attraverso spaccature prodotte dall'innalzamento postterziario e dallo sprofondamento dalla regione tirrenica, da alcuna delle quali spaccature emersero le trachiti della regione.

(E. Tissi).

UGOLINI U. — *Nota botanico-geologica sui rapporti tra la vegetazione ed il suolo.* (Comm. Ateneo Brescia per l'anno 1912, pag. 183-201). — Brescia.

Scopo di questa nota è di mettere in evidenza gli intimi rapporti che intercedono tra la geologia e la botanica sulla base delle strette e varie attinenze fra la vegetazione ed il suolo, essendo l'autore convinto che il terreno è incontrastabilmente un fattore dello accantonamento delle piante, o, in altri termini, della loro distribuzione nelle varie plaghe, e che la botanica può portare un utile contributo alla geologia in quanto che la vegetazione può sempre fornire un criterio, almeno sussidiario, per riconoscere in certi casi l'età relativa delle formazioni geologiche.

Soggiunge l'autore essere questo un criterio da lui applicato alla classificazione delle morene delle diverse glaciazioni, avendo egli potuto osservare che gli apparati morenici offrono un paesaggio botanico differente a seconda della loro età.

L'autore ritiene altresì che la flora possa fornire un criterio per la classificazione cronologica delle alluvioni, e che le condizioni della oroplastica, mentre possono ingenerare circostanze influenti sulla alterazione delle roccie e sugli avvicendamenti delle flore, determinano eziandio la inversione di livello nella successiva altimetria delle zone botaniche.

Anche la forma delle piante — soggiunge l'autore — del pari che la loro vita risentono l'influenza del terreno, onde egli pensa che sarebbe grandemente utile stabilire una specie di programma per un lavoro concorde fra geologo e botanico, stabilendo anzitutto che il geologo non dovesse limitarsi allo studio geologico delle formazioni ma dovesse rilevarne — accanto all'età ed alla genesi — anche le caratteristiche litologiche, lo stato di alterazione, la natura e distribuzione del detrito alla superficie, la topografia, ecc., interessandosi — in una parola — del *soprasuolo* un pò più che non faccia in confronto del *sottosuolo*. (E. TISSI).

VERRI A. — *Sulla gita della Società geologica italiana alle Marmore.* (Boll. Soc. geol. it., Vol. XXXII, fasc. 4°, pag. CLIII-CLXXXVIII). — Roma.

Avverte anzitutto l'autore che lasciata la Conca Aquilana, usciti dalle Gole di Antrodoco, l'aspetto del paese cambia sostanzialmente.

Infatti, non più monti di rocce sempre uniformemente grigie che la nudità rende ancora più severi; i massicci calcarei nivei del Lias inferiore, i calcari grigi del Lias medio, gli scisti rossi del Lias superiore, i calcari rossi e gli scisti selciosi verdi del Giura, i calcari bianchi del Neocomiano, la zona listata di calcare bianco e selce nera del Cenomaniano, gli scisti violacei dell'Appiano, i calcari rosati e gli scisti rossi e verdi del Senoniano, gli scisti cilestrini dell'Eocene inferiore, sia per distribuzione originaria, sia per le pieghe che li corrugano, sia — infine — per il verde che riveste le masse rocciose, imprimono al paesaggio gaia varietà di profilo e di colorito.

La linea che segna il confine dell' Umbria coll'Abruzzo, segna pure, approssimativamente, i limiti di due differenti condizioni nei fondi marini del Secondario superiore e del Terziario inferiore. Nell'Abruzzo calcari madreporici e quindi mare poco profondo; nell'Umbria invece deposizioni stratificate di calcari compatti e di argille denotanti un mare più profondo.

L'autore osserva quindi che nei bacini della Nera e del Velino il sistema orografico è costituito da una serie di anticlinali, susseguentisi l'una all'altra ma con altitudine decrescente. Per la diversa intensità delle pressioni che hanno corrugato il sistema, un'anticlinale si serra talvolta contro l'altra sino a sopprimere la sinclinale interposta; altri disturbi poi sono prodotti dalle varie troncature nelle anticlinali e dagli increspamenti delle masse strette nelle pieghe concave.

Relativamente agli effetti, il processo orogenico potrebbe essere così sintetizzato: come prima manifestazione una serie di curve anticlinali e sinclinali regolarmente proseguite fintantochè si mantennero costanti i rapporti tra le forze agenti e quelle resistenti e fino a che le linee di curvatura furono larghe.

Alla fine del movimento rimase bensì l'impronta caratteristica della prima mossa, ma nello stabilirsi del sistema idrografico i fiumi passarono da una sinclinale all'altra tagliando l'anticlinale divisoria.

L'autore parla poi diffusamente dei bacini del Velino e del Nera, della portata di questi fiumi, della cascata delle Marmore. delle esplosioni vulcaniche che accompagnarono il sollevamento quaternario nel subappennino Tirrenico, dei depositi travertinosi e tartarosi formatisi in alcune depressioni vallive, dell'interrimento e prosciugamento dello spazio lacustre della Conca di Terni, dei rinvenutivi avanzi dell'industria umana e di tombe attestanti l'esistenza dell'uomo preistorico nella Conca medesima, delle varie correnti immigratorie che vi ebbero luogo e delle vicende storiche che vi si verificarono anteriormente e posteriormente alla conquista Romana, delle mura ciclopiche rinvenute a S. Onofrio e a Cesi e di varie altre particolarità storiche ed etnografiche concernenti gli antichi abitatori di quella regione.

(E. Tissi).

VERRI A. — *Sulle escursioni della Società Geologica Italiana nel* 1912-913. (Boll. Soc. geol. it., Vol. XXXII, fasc. 4°, pag. CCVII-CCVIII). — Roma.

L'autore fa notare con questa nota che le escursioni effettuate dai Membri della Società geologica italiana negli anni 1912 e 1913 possono ritenersi complementari nei riguardi degli insegnamenti che possono trarsi dalle osservazioni fattevi, avendo le accennate escursioni avuto per oggetto lo studio del problema concernente i rapporti tra le formazioni del Terziario antico e di questo col Secondario.

L'autore mette poscia in evidenza l'insegnamento derivante dallo studio dei saggi di fondo raccolti nei laghi di Scanno e di Piediluco nei riguardi del lembo di marne grigie con foraminifere trovato sopra al Senoniano nel monte di Spoleto, inquantochè il rinvenimento di quelle marne, reputate plioceniche, portava a stabilire o che il mare pliocenico si fosse esteso nell'Umbria o che l'accavallamento liasico del monte di Spoleto sia avvenuto nel Quaternario.

Le foraminifere marine, contenute in buono stato di conservazione negli attuali fondi dei laghi di Scanno e di Piediluco, stanno a dimostrare — secondo l' autore — che la presenza di una determinata faunula non è decisiva per qualificare marino un sedimento, onde l'autore ritiene siano da escludersi dai sedimenti prettamente marini i depositi pliocenici in posto tra i monti Martani ad Amerini e le formazioni incontrate dalla trivella nel sottosuolo della pianura di Foligno.

Quanto alla data geologica del ricoprimento liasico di Spoleto, in relazione al lembo di marne con foraminifere in posto nella gola della Vallocchia, l'autore è d'avviso sia necessario accertare se non possa per avventura trattarsi di marne del Terziario antico messe sotto dall'accavallamento, giacchè in questo caso l'accavallamento potrebbe riportarsi ai movimenti avvenuti tra le deposizioni dell'Eocene e del Miocene; se poi quelle marne debbono assolutamente riferirsi al Pliocene, allora l'accavallamento si ricollega ai movimenti del sollevamento quaternario.

(E. TISSI).

VINASSA DE REGNY P. — *Notizie geologiche sulla Tripolitania.* (Boll. Soc. geol. it., Vol. XXXII, fasc. 1°-2°, pag. 15-22). — Roma.

L'autore descrive in questa nota alcuni materiali provenienti da Bu Kamez e dal Gharian, materiali che a suo avviso stanno a confermare la grandissima uniformità di tutta la Gefara litoranea.

I dintorni di Bu Kamez offrono un solo tipo di roccia ; la solita massa arenaceo-quarzosa, molto calcarea, di tipo conglomeratico non molto fortemente cementato, che affiora lungo il litorale di quasi tutta la Tripolitania, roccia che fu usata in antico e che si usa anche presentemente come materiale da costruzione.

Trattando con acido cloridrico diluito la polvere della roccia di Bu Kamez, l'autore ottenne una vera e propria sabbia a grana abbastanza fina, costituita in prevalenza da quarzo.

Il calcare forma la parte principale della roccia ed è di vario tipo. Il quarzo è sempre di forma arrotondata.

L'autore non ha mai accertato la presenza di dolomite e neppure di anatasia.

Relativamente frequenti sono l'ortoclasio, il microlino, i granati, le tormaline, lo zircone, il rutilo. Scarsi i plagioclasi sodico-calcici, i pirosseni, gli anfiboli, l'epidoto, l'oligisto, la magnetite, la biotite. Rarissimi l'apatite e il distene. L'autore crede di aver constatata anche la presenza della sillimanite e della brookite; non trovò invece mai titanite.

In conclusione la roccia di Bu Kamez è identica a quelle che si trovano in altri punti della Tripolitania costiera. L'autore crede che le roccie conglomeratiche siano, almeno in gran parte, antiche dune cementate dal carbonato di calce.

Queste rocce, a loro volta, si frantumano dando così origine a sabbie molto simili, se non identiche, a quelle che il vento del sud porta verso la riva dalle regioni interne, ed il materiale viene così a risultarne uniforme.

Quanto all'origine dei citati minerali l'autore è d'avviso ch'essa sia identica a quello dei minerali delle sabbie sciolte e che provengano dal disfacimento dei calcari del Gebel.

Il materiale dei dintorni di Casr Gharian, del quale pure l'autore si occupa nella presente nota, venne raccolto parte in posto e parte in una Uadi. Si tratta di calcari di vario tipo racchiudenti qua e là del gesso. Tutti i calcari sono privi di fossili. Nei loro residui l'autore rinvenne quarzo, felspato, tormalina, pirosseni, orneblenda verde, zircone, oligisto, biotite, materiale ocraceo, ecc., cioè la maggior parte di quei minerali che si trovano anche nelle sabbie, locchè — osserva l'autore — viene a confermare l'accennata ipotesi relativa all'origine dei materiali su mentovati.

I gessi mostrano le caratteristiche dei nostri gessi metamorfici triassici.

(E. Tissi).

Vinassa de Regny P. e Gortani M. — *Le condizioni geologiche della Conca di Volaia e dell'Alta Valentina* (*Alpi Carniche*) (Boll. Soc. geol. ital., Vol. XXXII, fasc. 3°, pag. 445-450). — Roma.

Premesso che il rilevamento geologico del Nucleo centrale carnico, ormai compiuto dagli autori, differisce profondamente dai rilievi in precedenza eseguiti da altri geologi e segnatamente dagli Austriaci, e rilevato come le maggiori discrepanze concernano l'età della grande massa scistosa paleozoica, che i geologi austriaci riferiscono quasi esclusivamente al Siluriano inferiore, mentre è quasi esclusivamente neocarbonifera per gli autori di questa nota, questi così riassumono il contesto delle loro osservazioni:

1°) La serie della base del Monte Capolago (Seekopfsockel dei geologi austriaci) non è una serie neosilurica regolare, ma bensi una serie rovesciata, che dagli scisti neocarboniferi trasgressivi per l'Eodevonico e il Neosilurico arriva all'Ordoviciano;

2°) Il motivo tettonico è dato da una piega anticlinale rovesciata e fagliata in rispondenza dei meno resistenti strati Ordoviciani, onde su questi si appoggiano i calcari eodevonici del Capolago sovraspinti e in apparente concordanza;

3°) Il rovesciamento non si limita al Seekopf, ma si continua pure alla Corona Rossa, al passo della Valentina e sul versante meridionale del Rauchkofel;

4°) Gli scisti, ritenuti finora sottostanti alla base del Neosilurico, sono invece rovesciati al di sotto dell'Eodevonico e appartengono al Neocarbonifero trasgressivo. (E. Tissi).

Washington H. S. — *The volcanic Cycles in Sardinia.* (Opus. di 11 pag.). — Washington.

L'autore che nel 1905 ebbe occasione di studiare i vulcani e le rocce eruttive della Sardegna per incarico della *Carnegie Institution* di Washington, fa notare che nei vulcani Cenozoici della Sardegna possono ravvisarsi tre *cicli* vulcanici, ossia tre successivi periodi nella loro cronistoria eruttiva, periodi nei quali la variabilità di composizione delle lave si alterna più o meno regolarmente e completamente, locchè — secondo l'autore — dimostra che tutte quelle roccie eruttive derivano da un medesimo magma fondamentale ma assumono diversità di carattere in seguito a processi di differenziazione.

Il primo *ciclo* è rappresentato da estese colate che coprono gran parte della Sardegna nord-occidentale.

Le più antiche di tali colate sono costituite da riolite e sono intercalate da tufi riolitici e da marne terziarie (forse oligoceniche).

Le rioliti soggiaciono ai così detti basalti, di età pure terziaria, variabilissimi di carattere e che in realtà sono daciti, trachiti, latiti, andesiti e basalti felspatici. Le ultime due varietà sono caratterizzate dalla presenza dell' iperstene.

Il secondo *ciclo* è quello che comprende i due grandi vulcani di Monte Ferru e Monte Arci, verso la metà della costa occidentale.

Alquanto incerta è l'età di questi due vulcani, ma, secondo ogni probabilità, essi ebbero principio in epoca post-miocenica e continuarono attivi forse fino al quaternario.

L'autore ritiene che il vulcano di Monte Arci sia alquanto più antico di Monte Ferru. Le lave dell'Arci coprono un' area di circa 500 kmq. e formarono dapprincipio un cono alto circa 800 metri costituito da riolite ed ossidiana, alle quali fecero seguito trachiti, andesiti, fonoliti e per ultimo basalti.

Anche Monte Ferru (la cui area ascende a 700 kmq.) cominciò con trachiti e fonoliti, che dettero origine ad un cono alto circa 1000 metri.

Seguirono poscia non abbondanti emissioni di lava trachi–doleritica, e dopo una corta pausa furono eruttate enormi quantità di basalto felspatico che coprì il duomo trachitico e si estese largamente all'intorno.

Il ciclo dell'attività vulcanica si chiuse con l'emissione di non grande quantità della così detta basanite leucitica.

Il terzo ed ultimo *ciclo* o periodo è rappresentato dalle piccole e recenti colate di materiale scoriaceo che caratterizzano i distretti di Logoduro ed Ozieri. Si tratta di eruzioni recenti, le cui lave, di composizione piuttosto uniforme, sono costituite da basalti felspatici, parte con e parte senza olivina. (E. Tissi).

Washington H. S. — *Some lavas of Monte Arci, Sardinia.* (American Journal of Science, Vol. XXXVI, december 1913, pag. 577–590). — Washington.

Facendo seguito alla precedente memoria l'autore porge in questa nota una più particolareggiata descrizione della ubicazione e dei caratteri morfoligici e petrografici del vulcano Monte Arci, nella costa occidentale della Sardegna, e riporta numerose analisi mineralogiche e chimiche dei materiali eruttati da quel vulcano. (E. Tissi).

WILLIS B. — *Report on an investigation of the geological structure of the Alps.* (Smitsonian Miscellaneous Collections, Vol. 56, N. 31, 13 pp., 3 figs, 1912).

E' una confutazione delle ipotesi prospettate dal Lugeon in merito alla struttura ed alla costituzione geologica delle Alpi.

(E. TISSI).

ZACCAGNA D. — *Sui giacimenti marmiferi del bacino di Camajore.* (Rass. min., Vol. XXXVIII, n. 13, pag. 241-245, e Vol. XXXIX, n. 1, pag. 1-4). — Torino.

L'autore tratta in questa nota delle notevoli risorse in marmi colorati esistenti in vari punti della cerchia esterna del gruppo montuoso Apuano, marmi che si trovano specialmente nelle formazioni del Retico, del Lias e del Titonico e sono stati finora o poco sfruttati od anche in alcune parti completamente sconosciuti.

La presente nota si occupa in special modo dei marmi colorati (rossi, neri, brecciati) del bacino di Camajore, rilevando l'importanza dei depositi esistenti in vari punti di quella regione, come nella Valle di Torcigliano, nella Pedogna, nella Valle dei Colli, nel Monte Matanna, a Gallena e Cocciolini, al Rezzajo, ecc., importanza che deriva non soltanto dalla grande varietà e vaghezza delle tinte ma benanco dalle loro caratteristiche orografiche e stratigrafiche, dalla entità dei depositi e dalla possibilità del loro economico sfruttamento. (E. TISSI).

ZUFFARDI P. — *Studio geologico sulla frana di Bard* (*Valle d'Aosta*). Atti Soc. it. sc. nat., e Museo civ. st. nat., Milano, Vol. LII, fasc. 1°, pag. 32-48, con 2 tav.). — Pavia.

La nota ha per oggetto la grossa frana staccatasi la sera del 7 dicembre 1911 dal fianco sud-ovest della Tête de Cou, in Val d'Aosta, a circa 1 km. a monte di Bard, e precisamente nel tratto fra Bard ed Arnaz, di contro alla Cappella Lieron.

Il terreno interessato è un lembo di *gneiss* ad elementi minuti, che, insieme ai *micascisti*, fanno parte della grande zona di massicci cristallini (Monte Rosa, Gran Paradiso, Gran San Bernardo), venendo ad affiorare in larga fascia dalla Stura di Lanzo fin oltre la Sesia, parallelamente alla zona dioritica d'Ivrea.

In detta roccia che, come si disse, è rappresentata esclusivamente da gneiss a minuti elementi, talora passanti a micascisto chiaro, manca assolutamente il calcare, che pure in qualche altro punto si presenta in forma di lenti nella accennata fascia gneissica.

Dopo descritte le caratteristiche litologiche e morfologiche di quella plaga valdostana, l'autore prospetta le cause che diedero origine alla frana di cui trattasi e delle altre consimili ch'egli suppone in altri tempi cadute sul tratto da Bard ad Arnaz. Tali cause sono: *a*) la fitta fratturazione della massa gneissica; *b*) l'azione glaciale; *c*) l'azione idroatmosferica; *d*) la sismicità della regione.

Soggiunge l'autore che la frana in parola può, nel complesso, ritenersi un episodio di un fenomeno iniziatosi da secoli e via via riprodottosi sempre nelle stesse condizioni.

Volendola coonestare nelle diverse classificazioni o categorie proposte da vari autori, si dovrebbe principalmente ascriverla alle frane del IV tipo di Heim (frane per crollo di materiale compatto o *Felsstürze*), ma tuttavia, per varie caratteristiche, essa corrisponde assai bene anche alle frane del IV e del V tipo dell'Almagià (frane per rotolìo e frane per crollo), corrispondenti alle frane per scalzamento dell'Issel. Quest'ultimo autore infatti osserva come questo tipo di frane sia frequente nelle valli un tempo occupate dai ghiacciai, i quali, in virtù della loro azione erosiva, avevano più o meno scalzato le roccie alla base, ma che prima di scomparire o di abbassarsi esercitavano pur sempre l'ufficio di sostegni o puntelli, ufficio che venuto meno col loro ritiro diede origine a franamenti in molte valli alpine.

(E. Tissi).

Zuffardi P. — *Escursione alle gole del Sagittario e a Scanno.* (Boll. Soc. geol. it., Vol. XXXII, fasc. 4°, pag. CIX-CXXX). — Roma.

L'autore descrive nella presente l'escursione dei membri della Società geologica alle gole del Sagittario ed a Scanno, eseguita nella giornata del 12 settembre 1913.

La memoria ricorda l'itinerario percorso dalla comitiva e la pittoresca varietà del paesaggio, costituita specialmente dalle numerose e profonde gole che incidono in più punti quel territorio, dall'irruente corso del Sagittario, spumeggiante in profondo baratro incisosi nell'aspra roccia, dal pittoresco lago di Scanno e da altri minori, dalla cosidetta frana di Frattura che dette origine al lago di Scanno e da altre speciali caratteristiche della regione.

Relativamente alla costituzione geologica l'autore osserva che l'ossatura della regione è prevalentemente costituita da terreni mesozoici, riscontrandovisi il Lias inferiore, caratterizzato da un insieme di dolomie bianche più o meno compatte e talvolta sabbiose; il Lias superiore, rappresentato da potenti pile di strati calcarei, alternatamente compatti, marnosi, biancastri, con Ammoniti e Brachiopodi; il Giura, con *facies* di calcari bianchi cristallini a *Rhynchonella Sacharoidea* De Greg.; il Cretaceo, che affiora con i calcari neocomiani a *Rhynchonella peregrina* e con calcari urgoniani quasi tutti bianchi, semicristallini, più o meno tenaci, spesso disseminati di grossi e piccoli Crinoidi e di Coralli, con numerosi Idrozoi e *Itieriae*.

Tra i terreni terziari, oltre quelli Miopliocenici ravvisabili nei dintorni del paese d'Anversa, è pure rimarcabile una striscia di calcari, talvolta nummulitici, e marne calcaree che partendo da Anversa arriva sino a M. Godi e si sviluppa poscia in potente massa sui due versanti del bacino di Scanno.

L'autore rileva quindi altre particolarità stratigrafiche e morfologiche della regione, descrivendo poi i tratti caratteristici del lago di Scanno e della frana che lo ha originato. (E. Tissi).

Appendice alla Bibliografia per il 1912

Taramelli T. — *Sulla tectonica del Verbano.* (Rend. R. Ist. lomb., S. II, Vol. XLIV, fasc. XVIII-XIX, pag. 1020-1025). — Milano.

L'autore riassume nella presente nota i tratti più importanti della tectonica del bacino del Verbano, in vista delle ipotesi antiche e recenti sulla origine di questo lago.

Rileva anzitutto come principale carattere tectonico della regione Verbana sia la dissimetria geologica delle due sponde del lago, dovuta al contatto delle formazioni del paleozoico recente cogli scisti cristallini d'età ancora imprecisata.

Afferma che, in complesso, la sponda orientale del bacino, come la massa prealpina della catena Orobica, si presenta — presso al contatto colle formazioni scistoso-cristalline — dilacerata e fracassata, senza che però vi si avvertano ricoprimenti od accavallamenti.

L'autore ritiene che l'erosione glaciale sia intervenuta a completare l'opera erosiva delle fiumane torrenziali quaternarie, alle quali è principalmente dovuta la incisione della conca Verbana quanto delle contermini valli.

Egli ammette che lo studio orogenetico del Verbano reclami il concorso del fenomeno glaciale; non ammette però che al citato fenomeno debba esclusivamente attribuirsi l'esistenza di questo e degli altri laghi alpini e prealpini, come ammettono altri cultori della scienza geologica.

(E. Tissi).

INDICE

Aguilar E. 3
Almagià R. 4
Anelli M. 4
Azzi G. 4
Baldacci L. 5
Bernardini L. 7
Bonomini C. 8
Borri C. 8
Busachi A. 9
Cacciamali G. B. 9–11
Caffaratti M. 12
Canavari I. 12
Canavari M. 13
Canestrini S. 14
Ceruti G. 14
Checchia-Rispoli G. 14, 15
Chelussi I. 16, 17
Ciampi A. 18
Clerici E. 18
Colamonico C. 18
Coulant E. 21
Craveri M. 21
Crema C. 22
Cruciani A. 22, 23
Cuccia L. 23
De Alessandri G. 23
De Gasperi G. B. 24, 25
Del Campana D. 25, 26
D'Erasmo G. 26
De Stefani C. 27, 28
De Stefani C. e Sforza M. 28
De Stefano G. 29-31
Fabiani R. 32
Feruglio E. 32
Fucini A. 33, 34
Galdieri A. 34-37
Galdieri A. e Paolini V. 38
Galli I. 38
Gemmellaro M. 39
Gortani M. 39, 40
Götzinger G. 41
Grill E. 41
Guzzanti C. 41
Henrotin L. 42
Hess H. 42
Holdhaus K. 43
Ispettorato delle miniere 43
Lincio G. 43
Lotti B. 44
Lovisato D. 45, 46
Luiggi L. 46
Manasse E. 46
Martelli A. 47, 49
Meli R. 47
Mercalli G. 50
Merciai A. 51
Millosevich F. 51, 52
Moderni P. 53
Mola E. 54
Müller Fr. C. 54
Musoni F. 54
Nelli B. 55
Panichi U. 55
Pantanelli D. 56
Paoli G. 56
Pelloux A. 56, 58

Perret F. A. 59
Piacentini G. 61
Platania G. 61
Ponte G. 61
Prover P. L. 62
Principi P. 62-64
Pullé G. 64, 65
Riboni P. 65
Roccati A. 66-70
Sacco F. 70-73
Sanna E. 73
Sartov F. e Testa L. 74
Sarvichi L. R. 75
Sieberg A. 75, 76
Squinabol S. 76
Stefanini G. 77
Steinmann G. 78-80
Stella A. 81
Stella Starrabba F. 81, 82
Tacconi E. 83
Taramelli T. 84-86; 103
Taricco M. 87
Testa L. e Sartori F. 88
Toso P. 89-91
Trabucco G. 92-94
Ugolini U. 95
Verri A. 95-97
Vinassa de Regny P. 97
Vinassa de Regny e Gortani M. 99
Washington H. S. 99, 100
Willis B. 101
Zaccagna D. 101
Zuffardi P. 101, 102

BOLLETTINO DEL R. COMITATO GEOLOGICO.

VOLUME QUARANTACINQUESIMO (5º della V Serie)

1915

ATTI UFFICIALI

NOMINE NEL R. COMITATO GEOLOGICO

Con Decreto Reale del 21 *dicembre* 1913:

i professori signori: MARIO CERMENATI, deputato al Parlamento nazionale; GIUSEPPE DE LORENZO, senatore del Regno; ARTURO ISSEL; GIOVANNI STRÜVER; FERRUCCIO ZAMBONINI; sono confermati membri del R. Comitato geologico per il biennio 1914-1915;

il signor ing. LUCIO MAZZUOLI è eletto membro sino al 31 dicembre 1914;

il prof. signor ARTURO ISSEL è confermato Presidente per il 1914.

⁂

Con Decreto Reale del 28 *marzo* 1915:

il prof. FEDERICO SACCO è eletto membro sino al 31 dicembre 1915, in sostituzione del defunto prof. Strüver.

⁂

Con Decreto Reale del 20 *giugno* 1915:

i signori: prof. FRANCESCO BASSANI, prof. GIOVANNI DI STEFANO PEREZ, ing. LUCIO MAZZUOLI, prof. CARLO FABRIZIO PARONA, prof. TORQUATO TARAMELLI, sono confermati membri per il biennio 1915-1916;

il prof. signor ARTURO ISSEL è confermato Presidente per l'anno 1915.

R. COMITATO GEOLOGICO

Verbale dell'adunanza del 26 giugno 1915.

La seduta è aperta alle 9,30. Sono presenti: il Presidente Issel, i membri Cermenati, Mazzuoli, Parona, Sacco, Taramelli, Zambonini, il Direttore del Servizio geologico, ispettore Baldacci, il Direttore dell'Istituto geografico militare, tenente generale Gliamas, il Presidente della Società geologica. prof. D'Achiardi, il Direttore dell'Ufficio geologico, ing. Lotti. e l'ing. Crema incaricato delle funzioni di segretario.

Il Presidente dà il benvenuto al nuovo eletto prof. Sacco, che porterà al Comitato un ausilio prezioso colla sua feconda operosità e colla sua competenza nei varii rami delle discipline geologiche. ed esprime il suo compiacimento per la presenza del prof. D'Achiardi, cultore pregiatissimo della mineralogia e degno presidente della nostra Società geologica.

Annunzia quindi che hanno scusato la loro assenza i colleghi Bassani, De Lorenzo, Di Stefano e Mazzetti, impediti il primo da motivi di salute, gli altri da speciali circostanze di famiglia o da altri impegni. Chiede il permesso di trasmettere il saluto del Comitato ai colleghi assenti aggiungendovi pel prof. Bassani l'augurio fervidissimo di un pronto ristabilimento.

Il Comitato approva.

Il Presidente è dolente che gli spetti ora un triste compito.

Uno degli eminenti membri del Comitato, Giovanni Strüver, si è spento improvvisamente in Roma all'età di 73 anni, il 21 febbraio scorso, e qui, ove risuonò la sua parola autorevole, è doverosa una parola di rimpianto per la grave perdita. Un' affettuosa biografia, che di lui scrisse un suo diletto discepolo, il prof. Zambonini, comparirà nel Bollettino; intanto è opportuno ricordare alcuni episodi della sua vita scientifica. Studente a Gottinga fu scelto a coadiutore dell'insigne Sartorius di Waltershausen; di poi, appena conseguita la laurea, invitato da Quintino Sella, accettò l'ufficio di assistente alla cattedra di mineralogia e geologia presso la R. Scuola d'applicazione per gli ingegneri di Torino. Ma ben presto conseguì il posto di professore di mineralogia e di geologia nell'Università torinese, che egli conservò fino al 1873, data del suo trasferimento a Roma, in qualità di ordinario di mineralogia e direttore dell'annesso Museo. All'Italia, sua seconda patria, diede l'esempio di una vita tutta consacrata alla scienza ed all'insegnamento e del più coscienzioso adempimento dei doveri inerenti ai suoi uffici.

Al Comitato apparteneva fin dal 1886. Tutti coloro che si tengono in corrente del movimento scientifico in Italia non ignorano che lo Strüver fu propriamente il maestro dei maestri, e come a lui spetti il merito di aver diffuso nelle scuole superiori i metodi della mineralogia moderna e specialmente della indagine cristallografica, nella quale fu sommo. Rimarranno insuperabili modelli di illustrazioni mineralogiche le sue classiche monografie sulla Pirite del Piemonte e dell'Elba, sul giacimento di Val d'Ala e lo studio cristallografico sui derivati della Santonina. Alla memoria di Giovanni Strüver si tributi da tutti la gratitudine e l'ammirazione che egli ha ben meritata per l'opera sua.

E' doveroso del pari dedicare un mesto ricordo all'Ispettore superiore ing. Pietro Zezi e all'aiutante principale Pietro Fossen, l'uno e l'altro da breve tempo mancati ai vivi. Il primo fu Direttore dell'Ufficio geologico fin dal suo inizio rimanendo in tale carica per oltre un trentennio; per molti anni fu zelantissimo segretario del Comitato e poi suo componente; si segnalò con lodate pubblicazioni di geologia applicata e di lui e della sua opera dirà degnamente nel Bollettino l'ing. Novarese che ne sta preparando la necrologia. Il secondo collaborò cogli ingegneri Zaccagna, Lotti e Testore al rilevamento delle Alpi Apuane ed estese le proprie osservazioni all'isola dell'Elba, nella quale determinò l'estensione in profondità dei giacimenti ferriferi; diede inoltre una buona descrizione dell'isolotto di Cerboli nello Arcipelago toscano.

Anche fuori del Comitato e dell'Ufficio si hanno a deplorare in Italia perdite dolorose, fra le quali menzionerà quelle del prof. Giuseppe Mercalli, principe dei nostri vulcanologi, dell'Ispettore onorario del R. C. delle miniere ing. Enrico Niccoli, del dott. Giorgio Morando Trentanove, dell'ing. G. B. Traverso, della dottoressa Giuseppina Osimo, vittima del terremoto di Avezzano, e di Antonio De Toni, testè caduto strenuamente combattendo per la patria.

All'estero mancarono ai vivi James Geikie, professore di geologia e di mineralogia nell'Università di Edimburgo, già presidente della « Royal Society » della stessa città, del quale tutti conoscono i memorabili lavori, e l'illustre vulcanologo prof. Johston-Lavis, che si occupò specialmente del Vesuvio.

Fra i giovani geologi stranieri i lutti furono assai più numerosi del consueto pel fatto della guerra che infierisce in gran parte d'Europa. Soccombettero sul campo di battaglia Robert Douvillé, Jean Breton, Alberto de Romé, francesi, Ernst Fischer, F. Hahn, Alfred Grund, Hans Krauss, Heinrich Müller, Mertens, tedeschi ed austriaci. Ignora se vi siano altre vittime, in ispecie tra gli inglesi e i russi.

Con voce commossa il presidente così pone fine al suo dire:

« Spargiamo fiori sulle tombe appena dischiuse, e rivolgiamo un pensiero di rimpianto a quei nostri colleghi dell'una e dell'altra riva, che incontrarono una morte prematura, adempiendo al proprio dovere.

« Intanto, quantunque ci troviamo qui raccolti per occuparci precipuamente della carta geologica del Regno, non riesco ad allontanare dalla mia mente il pensiero della guerra, nella quale è stato travolto testè anche il nostro paese, nè posso dimenticare come in questo momento si prepari un nuovo assetto che avrà per conseguenza profondi mutamenti negli aggruppamenti politici e nelle reciproche relazioni fra i popoli. Mi sia concesso di formulare il voto che la formidabile conflagrazione si risolva col trionfo della giustizia e assicuri alle generazioni future un lungo periodo di pace e di prosperità proficuo alla scienza e alla civiltà. Per quanto concerne l'Italia, mi rendo interprete dei presenti affermando la nostra inalterabile fiducia nella legittimità dei suoi diritti e la ferma speranza che, superando ogni ostacolo, conseguirà questa volta l'alta e nobile meta cui agogna da sì lungo tempo. Il senno dei governanti, l'abnegazione degli Italiani d'ogni provincia e d'ogni classe, il valore dell'esercito e dell'armata sono tali da confortare le nostre speranze ».

« Rivolgo infine il nostro saluto augurale ai geologi che hanno scambiato in questi giorni il martello col moschetto o colla sciabola, alludo fra gli altri al Gortani, al Martelli ed allo Zuffardi, e lo estendo ai cari nostri che affrontano o stanno per affrontare il periglioso cimento ». (*Vive approvazioni*).

CERMENATI alle nobili frasi del Presidente in memoria dei geologi morti per legge naturale o per la barbarie della guerra aggiungerà un pensiero di dolore e di orgoglio per la morte del prof. Antonio De Toni. Figlio di un professore di scienze naturali, era pieno di entusiasmo per le ricerche scientifiche che aveva iniziate occupandosi di botanica per poi passare alla geologia, dove doveva affermarsi subito valente; in qualità appunto di geologo e paleontologo aveva preso parte alla importante spedizione scientifica inviata nel 1913 in Albania. L'esile corpo lo aveva esonerato da ogni obbligo di leva, ma quando intuì che anche l'Italia non avrebbe potuto sottrarsi dal partecipare alla conflagrazione europea chiese insistentemente ed ottenne di entrare nell'esercito. Ferito a Misurina, rimase ancora in vita 36 ore, morendo l'indomani a soli 26 anni di età. Con lui si rinnova la tradizione dell'eroica morte del Pilla e quella della valorosa azione di Pantanelli e di Taramelli.

BALDACCI mentre di cuore si associa alle belle parole del Presidente e del prof. Cermenati in omaggio ai geologi testè mancati ai vivi, rivolge a nome del R. Corpo delle Miniere un mesto ultimo saluto alla memoria dei tre valenti funzionarii comm. ing. Zezi, comm. ing. Niccoli e cav. P. Fossen.

ZAMBONINI ha parole di elogio e di compianto per Mertens, morto appena venticinquenne, ricordandone il grande amore per il nostro Paese ed i pregevoli studi sui giacimenti di nefrite dell'alta valle del Sinni.

Il PRESIDENTE dà quindi la parola all'Ispettore Baldacci per le comunicazioni della Direzione del Servizio.

BALDACCI presenta e legge una lettera del prof. Di Stefano nella quale questi informa come il prof. G. Checchia-Rispoli abbia eseguito dietro suo consiglio uno studio stratigrafico e paleontologico dei terreni terziari inferiori del versante Nord delle Madonie, corredandolo con una carta geologica al 50,000 e con 10 tavole fotografiche, che per la sua importanza meriterebbe di comparire nelle Memorie in 4° pubblicate dall'Ufficio geologico. Consente pienamente nella proposta.

PARONA trova che questo studio farà degno riscontro all'analogo lavoro del Prever.

ISSEL e ZAMBONINI si associano.

Il COMITATO approva.

BALDACCI presenta uno studio sulla regione petroleifera di S. Giovanni Incarico e Pico (Caserta), studio eseguito dall'ing. Galdi dietro incarico datogli dal Ministero, come pure un lavoro dell' ing. Toso sui giacimenti petroleiferi e solfiferi. Potranno entrambi trovar posto nelle memorie dell'Ufficio o nel Bollettino.

LOTTI informa che il dott. Aloisi ha compiuto un importante studio petrografico sulle roccie metamorfiche dell'isola d'Elba, aggiungendo che parte del materiale studiato appartiene all'Ufficio.

BALDACCI propone che, come il Comitato ha già fatto in altri casi analoghi, all'autore venga accordato un sussidio per la pubblicazione.

Il COMITATO approva fissando il sussidio in lire 500.

D'ACHIARDI ringrazia a nome dell'autore, suo assistente.

ISSEL presenta, completa nel testo e nelle tavole, la memoria del dott. Principi sulla flora tongriana di S. Giustina e propone che il suo esame venga affidato ai colleghi Parona e Sacco.

PARONA crede tale esame superfluo per un lavoro presentato dal prof. Issel; anche il collega Sacco ne approva senz'altro la pubblicazione.

Baldacci si associa al prof. Parona.

Issel ringrazia, ritenendo che il Comitato, salvo le consuete riserve d'ordine finanziario, aderisca al voto dei colleghi.

Baldacci presenta le minute di alcuni fogli della Carta geologica d'Italia nella scala di 1:250,000 attualmente in preparazione; dice che ad ogni foglio andrà unito un fascicolo illustrativo. In quanto alla base topografica converrebbe adottare quella stessa della carta d'Italia pubblicata dal T. C. I. previi gli opportuni accordi coll'Istituto Geografico De Agostini ed eventualmente colla Direzione del T. C. I.

Il Comitato, confermando il suo precedente voto a tale riguardo, approva che si inizino le pratiche necessarie per l'importante pubblicazione.

Sacco segnala la necessità di una ristampa della carta geologica d'Italia nella scala di 1:1,000,000.

Baldacci accetta volentieri la raccomandazione, della quale terrà conto beninteso nei limiti del bilancio e della possibilità di farne disegnare le minute.

Lotti presenta e distribuisce agli intervenuti la Carta geologica di Roma, pubblicata per cura dell'ufficio sui rilevamenti del Ten. Gen. Verri.

Issel si compiace vivamente per il compimento di quest'opera tanto coll'Ufficio quanto coll'autore, al quale propone venga inviato un plauso da parte del Comitato.

Il Comitato approva all'unanimità.

Lotti, ad invito del Direttore del Servizio, fa una sommaria esposizione dei lavori eseguiti nel 1914 e nel primo semestre del 1915. Pur rimandando per più ampii particolari alla relazione dattilografata che è stata distribuita ai componenti il Comitato, è pronto a dare tutti quegli schiarimenti che fossero desiderati.

Zambonini ritiene di dover nuovamente richiamare l'attenzione del Comitato sull'importanza delle analisi chimiche nella determinazione delle roccie e sulla conseguente necessità che all'ing. Aichino, attuale Direttore del laboratorio chimico, vengano dati dei coadiutori mettendo nel tempo stesso a sua disposizione più ampii locali. Ritiene che il provvedimento richiesto non dovrebbe presentare difficoltà poichè si potrebbe ricorrere al personale dell'Ufficio idraulico il quale, come è noto, non possiede alcun laboratorio.

Mazzuoli associandosi al collega Zambonini dice che non vi è alcuna ragione perchè vi sia uno speciale laboratorio per l'Ufficio idraulico e che perciò i chimici, i quali attualmente ne fanno parte, dovrebbero venir aggregati al laboratorio dell'Ufficio geologico.

Baldacci spiega come la predominanza di chimici nel personale dell'Ufficio idraulico sia puramente casuale. aggiungendo che spera di poter dare ben presto un aiuto all'ing. Aichino e che terrà in ogni caso presenti i desideri del Comitato,

Cermenati vorrebbe che i rilevatori non potessero essere distratti per studi applicativi, i quali dovrebbero invece venire affidati ad un personale apposito; crede che tale disposizione dovrebbe far parte dell'importante ampliamento da lui caldeggiato per l'Ufficio.

Issel ricorda di essersi anch'egli adoperato per quest'ultimo scopo, ma è evidente che ragioni finanziarie rendono pel momento inopportuna ogni proposta importante nuovi aggravi al bilancio dello Stato.

Taramelli crede che converrebbe utilizzare per i rilevamenti i numerosi dati ricavati dalle costruzioni delle ferrovie ed esistenti presso l'Amministrazione ferroviaria, la quale non dovrebbe avere difficoltà a comunicarli.

Issel consente perfettamente col collega Taramelli; ricorda anzi di aver altre volte proposto la formazione presso l'Ufficio geologico di un casellario per la raccolta sistematica di indicazioni geologiche utili rispetto all'Italia, da compiersi in modo analogo a quanto si faceva nel Belgio in virtù di disposizioni legislative che dovrebbero attuarsi anche da noi. Ritiene che si tratti di una vera funzione di Stato, che potrebbe dare grandi vantaggi con una non grande spesa e che non bisognerà dimenticare quando il personale dell'Ufficio geologico potrà essere aumentato,

Mazzuoli vorrebbe che l'Amministrazione dei LL. PP. meglio apprezzasse la necessità che i progetti vengano accuratamente studiati anche dal lato geologico prima della loro definitiva approvazione.

Cermenati dice che solamente con una propaganda continua si potrà far conoscere l'importanza pratica della geologia: ricorda la sua opera per la formazione di un demanio forestale e per la sistemazione dei bacini montani.

Lotti passa ad esporre sommariamente il programma dei lavori da eseguirsi nella prossima campagna 1915-16 spiegando come nelle attuali circostanze non sia facile prevedere in quali località questi possano essere ostacolati od anche impediti del tutto.

Zambonini ritiene che dovunque sia possibile sarà bene non interrompere i lavori.

Mazzuoli ricordando i voti dell'Associazione mineraria Sarda raccomanda di intensificare i rilevamenti nell'Iglesiente.

Baldacci osserva che ciò è già nel programma ed informa che tali rilevamenti sarebbero stati continuati anche questa primavera se il terremoto marsicano non avesse disgraziatamente obbligato a disporre altrimenti del personale. Deve aggiungere che la Direzione è intenzionata di proseguirli il più attivamente possibile, ma non può accettare i criteri coi quali l'Associazione mineraria sarda vorrebbe fossero eseguiti, e ciò tanto per la scelta del personale quanto pel metodo di formazione della Carta geologica, poichè nella esecuzione di questa non si può in alcun modo prescindere dagli elementi essenziali della sua base scientifica rivolgendola soltanto ad uno scopo speciale.

Mazzuoli non dissente dal collega Baldacci.

Zambonini crede che il Comitato debba approvare l'opera ed i propositi della Direzione del servizio.

Il Comitato approva.

Lotti non crede sia il caso di interrompere il rilevamento dell'Iglesiente, ma è di parere che dal punto di vista degli interessi minerari sarebbe anche necessaria l'esplorazione geologica del Sulcis.

Cermenati informa che non si tarderà ad iniziare i lavori per la costruzione di una linea ferroviaria in tale regione; ritiene che la loro esecuzione potrà riuscire utile anche ai rilevatori i quali farebbero bene a prendere accordi cogli ingegneri della costruenda ferrovia.

Baldacci non mancherà di raccomandare a suo tempo una tal cosa al personale.

Parona e Sacco chiedono se non sia intenzione della Direzione di far seguire alla avvenuta pubblicazione dei fogli delle Alpi Occidentali quella delle sezioni relative.

Baldacci risponde che è suo intendimento di provvedervi al più presto, ma non si nasconde le difficoltà che potranno sorgere a questo proposito, specialmente a cagione della differenza di vedute esistenti fra i rilevatori riguardo alla posizione nella serie cronologica di alcune importanti formazioni.

Zambonini ritiene che intrapreso il rilevamento di una data regione questo dovrebbe essere continuato fino a che sia completato e quindi pubblicato il più sollecitamente possibile.

Baldacci ed Issel rispondono che tale sistema è evidentemente il migliore e che in massima si cercò sempre di seguirlo.

Cermenati dice di aver appreso con vivo rincrescimento come il fondo della Carta geologica sia stato diminuito di 10,000 lire per l'esercizio 1915-16; raccomanda alla Direzione del Servizio di non tralasciare occasione per ricordare a S. E. il Ministro le promesse di aumento fatte dai suoi predecessori.

Baldacci informa che i bilanci sono bensì preparati dopo avere interpellati i Capi dei singoli Servizi, ma che le proposte fatte da questi ultimi vengono spesso modificate a loro insaputa, specialmente per opera del Ministro del Tesoro per imprescindibili ragioni di bilancio. Riterrebbe ad ogni modo opportuno un voto del Comitato perchè almeno le 10,000 lire testè tolte vengano restituite al Capitolo.

Il Comitato approva calorosamente.

La seduta viene tolta alle 11,45 dopo avere autorizzato il Presidente a firmare il verbale.

Il Presidente
A. Issel

Il Segretario
Ing. C. Crema

RELAZIONE

sui lavori di campagna e d'ufficio eseguiti nell'anno 1914 e 1° semestre del 1915, e proposte per quelli da eseguirsi durante l'anno finanziario 1915-916.

RILEVAMENTI.

La crisi europea ebbe una ripercussione anche sui nostri lavori di rilevamento, almeno nel 2° semestre dell'anno decorso, sia perchè, essendo quello il periodo del maggior lavoro, non si potè dedicare ad esso che la metà del fondo destinato alle trasferte, come faceva obbligo l'esercizio provvisorio, sia perchè i lavori nelle Alpi presso ai confini non poterono essere eseguiti per ragioni militari.

Nel 1° semestre di quest'anno un'altra causa disgraziata si aggiunse per impedire la prosecuzione dei lavori fissati nel programma e specialmente di quelli da eseguire in Sardegna.

In seguito alla catastrofe tellurica del 13 gennaio u. s. l'Ufficio Geologico fu chiamato a concorrere largamente ai lavori del Comitato speciale del Consiglio Superiore dei LL. PP. per lo studio delle questioni relative alle costruzioni nei paesi colpiti dal terremoto. L'ing. capo Franchi e gli ingegneri Crema, Pilotti, Fiorentin e Pullé ebbero l'incarico di visitare, in unione ad ingegneri del Genio Civile, i paesi più danneggiati principalmente per stabilire la possibilità di mantenerli in tutto od in parte sulle antiche sedi o sulla necessità di trasferirli in località più sicure. Ora questo lavoro è terminato e le relative relazioni vennero consegnate al Presidente di detto Comitato speciale. Agli ingegneri incaricati di queste visite venne raccomandato di raccogliere anche tutto quel materiale che sarà loro possibile per lo studio scientifico del luttuoso avvenimento, studio che si spera possa essere quanto prima compiuto e pubblicato nel Bollettino.

⁂

Nel mese di maggio il sottoscritto, Direttore dell'Ufficio, fece alcune escursioni presso la Tolfa allo scopo di stabilire con argomenti positivi ed incontestabili l'età controversa della trachite di quella località e quindi dei giacimenti metalliferi ad essa collegati. I risultati delle sue osservazioni furono consegnati in una nota pubblicata nel fasc. 2°, vol. XLIV, del nostro Bollettino.

Sottraendo un po' di tempo alle cure d'Ufficio, grazie al valido aiuto del vicedirettore ing. capo G. Aichino, potè poi anche in quest'anno attendere al rilevamento dell'Umbria, ormai presso al suo termine, e dedicando ad esso alcuni giorni del mese di giugno ed altri mesi di agosto e di settembre, riuscì a compiere il rilevamento della Tav. di Massa Martana.

L'area rilevata fu 220 kmq. impiegandovi 31 giorni con un percorso di km. 779 ed una spesa complessiva di L. 743,98.

⁂ L'ing. Zaccagna nella prima metà dell'anno 1914 rimase a disposizione del Ministero delle Colonie per la missione affidatagli dello studio idrologico e geologico della regione occidentale della Tripolitania compresa fra il Gebel Nefusa e Ghadames.

Partito da Roma il 21 gennaio, non fu di ritorno che alla fine di giugno. In questo periodo, percorrendo il piano sottostante al Gebel da Azizia a Nalut egli compì dapprima varie traversate sulla scarpata di quello scaglione montuoso. Da Nalut, attraverso il deserto, per Saniet Regil e l'altopiano di El Ogba si recò a Sinaun ed a Mesceghig e raggiunse quindi Ghadames. Da Ghadames, mentre si stabiliva l'impianto del pozzo artesiano che formava lo scopo principale della sua missione, si spinse fino all'Oasi di Dergi, nella quale, dopo la visita fattavi nel 1860 dal Duveyrier, nessun europeo era più penetrato.

In molti dei luoghi percorsi egli raccolse gli elementi per lo studio geologico ed idrologico della regione; rilevò numerosi profili geologici e fece copiosa raccolta di fossili, i quali vennero passati per lo studio al prof. Di Stefano e formeranno insieme ai profili geologici oggetto di un'apposita nota illustrativa.

Nell'estate egli operò alcune revisioni nei dintorni di Camajore sulla tavoletta di Pietrasanta della quale, insieme alle altre tavolette delle Apuane all'1:25.000 dovevasi iniziare la pubblicazione. Condusse quindi a termine la tavoletta di Gardone Valtrompia sulla quale doveva completarsi la conca di Sulzano, sulla sponda sinistra del Lago d'Iseo e terminò la campagna geologica con alcune escursioni sui monti di Recco in Liguria: escursioni che dovette interrompere verso la metà del mese di ottobre per la limitazione dei fondi destinati al rilevamento.

⁂ L'ing. capo V. Novarese, sebbene trascorresse in Sardegna la primavera, non potè consacrare questo periodo di tempo al rilevamento geologico dell'Iglesiente, perchè per ordine ministeriale dovette percorrere, insieme cogli ingegneri capi del Genio Civile di Cagliari e di Sassari, gran parte dell'Isola allo scopo di ricercarvi i luoghi più opportuni per praticare trivellazioni od altre ricerche d'acqua, urgendo trovar pronti rimedi per riparare al tremendo flagello della siccità che con danno incalcolabile infieriva da lungo tempo in Sardegna.

Furono dedicati a questa ricerca 35 giorni con un percorso di 1908 chilometri, la massima parte dei quali fatti in automobile. La spesa relativa fu di L. 763,19.

I gravi avvenimenti politici del luglio e agosto obbligarono a modificare il programma della campagna geologica alpina, rimandando a tempi più tranquilli la continuazione del rilevamento nell'alta Valcamonica, zona fortificata di confine, e facendo passare le revisioni e il compimento del lavoro di rilevamento intorno al Verbano d'altronde indispensabile per terminare gli originali dei due fogli di Cannobio e Varallo per la pubblicazione. Furono difatti rivedute le tavolette di Cannobio, M. Limidario, M. Zeda, Santa Maria Maggiore, Ghiffa, Pallanza, Luino, Omegna, Gozzano e Borgo Manero, portando così a termine il foglio 16 Cannobio, pronto ormai per la pubblicazione. Non fu però possibile fare altrettanto per Varallo, essendosi dovuta chiudere prematuramente la campagna geologica per insufficienza di fondi.

La superficie riveduta fu di 500 kmq. su strade ordinarie. La spesa fu di L. 680,02.

⁂ L'ing. capo V. Sabatini estese il suo rilevamento nei dintorni della Tolfa e di Canino per circa 45 kmq. e fece delle ricognizioni e revisioni presso Cerveteri e nell'Isola di Montecristo, già studiata nell'anno precedente. Continuò inoltre lo studio del gruppo dei Vulsini presso Montefiascone.

La spesa complessiva fu di L. 2046,84, con giorni 86 e km. 1980.

⁂ L'ing. capo S. Franchi tra l'agosto e l'ottobre si occupò di portare a termine il rilevamento e le revisioni nelle tavolette a 1:25.000 di Biella, Andorno-Cacciorna, Borgo Sesia, Varallo ed in quelle a 1:50.000 di Bannio e Omegna. Il nuovo rilevamento può valutarsi a kmq. 60 per il quale e per le revisioni furono impiegati giorni 45 con un percorso di km. 866 ed una spesa complessiva di L. 1048,48.

⁂ La campagna dell'ing. C. Crema ebbe principalmente per oggetto il rilevamento della catena del Monte Nuria, situata, come è noto, a cavaliere delle tavolette di Fiamignano, Antrodoco, Borgocollefegato ed Aquila; ma, per gli scarsi mezzi dei quali si potè disporre, questo rilevamento non potè essere del tutto ultimato e nella porzione settentrionale della catena verso Antrodoco nella valle del Corno non vennero eseguite che poche ricognizioni preliminari. La zona definitivamente rilevata rimane così compresa fra il Rio Torto, il fiume Salto fin sotto Calcariola, ed i piani di Peschiera, della Rocca, di Cornino, Di Rascino e delle Macchiole con una superficie di poco inferiore a duecento chilometri quadrati.

La spesa complessiva fu di L. 735,42 con un percorso di km. 796 in 38 giorni di lavoro.

⁂ L'ing. C. Pilotti nei mesi di aprile-giugno si recò in Sardegna per continuare il rilevamento geologico dell'Iglesiente; essendo però sopravvenuta la necessità di procedere a studi di ricerca di acque egli fu incaricato di occuparsi di tali studi per la Sardegna settentrionale, dimodochè in complesso non potè dedicare alla geologia che 36 giorni, profittando delle soste negli studi idrologici e continuando i lavori da lui iniziati in tale regione negli anni precedenti, ed i rimanenti, che furono divisi in periodi, nei dintorni di Iglesias.

Stante la scarsità di tal numero di giorni (in essi vanno compresi anche quelli impiegati pei viaggi di andata e ritorno in Sardegna e di spostamento fra il Cagliaritano ed il Sassarese), e la loro divisione in periodi ristretti, egli credette opportuno di dedicare il tempo ad un lavoro speciale, e che del resto aveva rapporto coi suoi studi anteriori, cioè, in prosecuzione della tavoletta di Domusnovas, allo studio di quella di Siliqua, in cui si notano delle formazioni eruttive, analogamente a quanto avviene nei dintorni di Villamassargia. Fece anche alcune escursioni in tavoletta di Domusnovas, trovando nuove località fossilifere siluriane in regione S. Marco presso Domusnovas. In complesso nell'Iglesiente, rilevò 110 kmq.

Nell'autunno, gli studi di ricerca di acque nella provincia di Sassari, di cui seguitò ad essere incaricato dall'Ufficio speciale per la Sardegna, e sui quali presentò a quest'ufficio la relazione, gli impedirono nuovamente di occuparsi di geologia, tranne qualche escursione compiuta, sempre in provincia di Sassari, nei giorni di riposo.

Nell'insieme per la geologia impiegò giorni 45 con un percorso di km. 819 ed una spesa di L. 1056,57.

⁂ L'ing. Fiorentin, in conseguenza di una grave malattia acquistata in Libia ove passò una gran parte del 1° semestre dell'anno e durata l'intiero 2° semestre, non potè attendere ad alcun lavoro di rilevamento durante l'anno 1914, e nel 1° settembre 1915 ne fu distratto, insieme agli altri, in seguito allo incarico avuto dal Ministero dei LL. PP. per il terremoto.

⁂ L'ing. Pullè proseguì il rilevamento geologico in Sardegna e nella regione dei Laghi Lombardi. In Sardegna estese le sue osservazioni nelle tavolette 1:25.000 di Barbusi, Iglesias e S. Pietro rilevandone circa 50 kmq. ed inoltre eseguì ricognizioni e revisioni in queste ed in quella di Nebida. Nei Laghi Lombardi continuò lo studio speciale dei Pizzoni di Laveno ed estese per 10 kmq. circa il rilevamento in quella di Ghiffa.

⁂ Durante l'anno solare 1914 e il successivo 1° semestre 1915 l'aiutante principale Cassetti si recò prima in Terra d'Otranto, allo scopo di determinare la esatta posizione di alcuni giacimenti di *terra rossa* con pisoliti (indicati localmente col nome di *bolo ad uddie*), e nel contempo raccogliere campioni di detta roccia, molto somigliante alla bauxite.

Procedette poscia alla revisione del rilevamento geologico dei monti del Cilento, compresi nelle due tavolette di Calabritto e di Monte Corvino Rovella (186 – III e IV), eseguito più di 20 anni or sono da altri operatori che lasciarono il servizio geologico.

Tale revisione è stata portata a buon punto in un tempo relativamente breve, dapoichè della tavoletta di Calabritto, nella quale cadono le importanti sorgenti di Capo Sele, sono stati quasi completamente percorsi i due quadranti N–E e S–E, mentre nella contigua tavoletta di Montecorvino non manca di rivedere che una piccola zona del lato orientale.

In complesso il Cassetti fece n. 75 giorni di campagna, compiendo la revisione del rilevamento geologico di una superficie di terreno di kmq. 450 circa con una spesa di L. 956,49.

INCARICHI SPECIALI AFFIDATI AL PERSONALE.

Il sottoscritto ing. LOTTI in questo periodo di tempo continuò a far parte della Commissione centrale per le sistemazioni idrauliche e forestali e per le bonifiche e del R. Comitato talassografico italiano e prese parte nel maggio 1914 ai lavori del Congresso forestale di Napoli come rappresentante dell'Ufficio geologico.

Nel febbraio 1915 con decreto ministeriale fu aggregato al Comitato speciale del Consiglio superiore dei LL. PP. per lo studio delle questione sottoposte all'esame di quel consesso relative al terremoto della Marsica e prese parte insieme ai membri del Comitato stesso a varie visite eseguite sui luoghi colpiti.

Ad invito del ministero dei LL. PP. fu nello stesso periodo di tempo incaricato dall'Ispettorato dello studio di speciali fenomeni sismici verificatisi in quel di Bevagna presso Foligno.

Nel mese d'aprile ad istanza del prefetto di Perugia visitò due frane presso Assisi riferendo sulla loro entità e sui relativi provvedimenti.

Oltre all'incarico della missione in Libia, l'ing. capo ZACCAGNA ebbe quello dello studio geologico del tronco ferroviario Monzone-Piazza al Serchio sulla costruenda linea Aulla–Lucca, nel qual tronco sono comprese le due importanti gallerie di Ugliancaldo e di Lapacino.

L'ing. capo AICHINO, vice Direttore dell'Ufficio e Direttore del Laboratorio chimico, fece parte, come Presidente, della commissione giudicatrice di un concorso per esami ad aiutante nel C. R. delle Miniere e, come membro, di quella giudicatrice dei concorsi a direttore, assistente e sorvegliante esperto delle R. Cattedre ambulanti di Agricoltura.

Per incarico del Ministero dei LL. PP., insieme coll'Ispettore Capo ing. Baldacci, l'ing. capo NOVARESE fece parte di una Commissione composta di funzionari del Genio Civile e dell'Ispettorato ferroviario, incaricato del collaudo del tronco ferroviario Perarolo–Calalzo–Pieve di Cadore.

Ancora per incarico del Ministero dei LL. PP., insieme cogli ingegneri capi del Genio Civile di Treviso e di Belluno ebbe ad occuparsi del collaudo del Ponte sul Sile a Musestre, nella quale opera si erano verificati singolari movimenti dovuti alla particolare natura dei terreni di sedimento recenti all'estuario veneto.

Nel mese di febbraio e marzo 1915 visitò le due frane di Savoia di Lucania e di Latronico in Basilicata per incarico del Ministero dei LL. PP.

L'ing. capo SABATINI per incarico del Ministero dei LL. PP. eseguì lo studio geologico per il progetto di spostamento d'un tratto della costruenda strada rotabile 110 in provincia di Cosenza e per lo spostamento, in seguito a frane, dell'abitato di Castiglione Cosentino nella stessa provincia.

Fu aggregato al Comitato speciale del Consiglio superiore dei LL. PP. per gli studi sul terremoto dell'8 maggio in provincia di Catania e per le relative proposte di provvedimenti.

Per invito del Ministero dei LL. PP. fu pure incaricato della visita degli abitati di S. Pier Fedele e di S. Ilario in provincia di Reggio Calabria per i quali si proponeva lo spostamento in seguito a frana e terremoto.

Ad invito del Ministero degli Interni fu incaricato della revisione del progetto per lo spostamento d'Acquappesa in provincia di Cosenza.

L'ing. capo FRANCHI fu dal Ministero delle Colonie chiamato a far parte, in qualità di Presidente, della Commissione per lo studio geologico-minerario e botanico-agrario della Tripolitania. Detta Commissione dopo percorso il Gebel Nefusa, si spinse fino a Misda, Gheriat, Ofella, Bungeim, Sokna e il Gebel Soda, ritornando per Misurata.

Come fu detto più sopra fu inoltre affidato ad esso l'incarico di visitare gli abitati più colpiti dal terremoto.

Nel 1914 l'ing. CREMA fece parte di una Commissione nominata dal Ministero dei LL. PP. per la risoluzione di alcune difficoltà insorte per lo spostamento dell'abitato di Locadi e nello stesso mese visitò la zona destinata a nuova sede della frazione Limpidi del Comune di Acquaro in provincia di Catanzaro.

Compiè ancora per incarico del Ministero dei LL. PP., lo studio geognostico dello sbarramento del bacino del Mucone sulla Sila.

Fece parte di una commissione nominata dal Ministero dell'Interno per lo studio del rifornimento idrico di Città della Pieve.

Le relazioni relative a queste diverse missioni furono a suo tempo presentate ai rispettivi ministeri, per conto dei quali erano state eseguite.

Dietro richiesta del Municipio di Fiamignano (Aquila) e autorizzato dall'Ispettorato, l'ing. Crema visitò per conto dell'Ufficio Geologico le due frazioni di S. Lucia e di Mercato, entrambe minacciate da frane. Il recente disastroso terremoto avendo però duramente colpito tali abitati, questi dovettero essere nuovamente visitati per modificare opportunatamente, in base alle nuove condizioni di fatto, i provvedimenti precedentemente proposti.

Nel 1915 fu incaricato di studiare gli svariati fenomeni carsici prodottisi nella valle del Velino presso Castel S. Angelo per quei provvedimenti che risultassero del caso. La relativa relazione venne comunicata al Ministero dei LL. PP.

Fece parte di una commissione nominata dal Ministero dei LL. PP. per gli spostamenti di Scido e di Cànolo in provincia di Reggio Calabria e nella stessa occasione visitò pure l'abitato di Palizzi per la stessa ragione.

Con decreto del Ministero dei LL. PP. fu poi temporaneamente aggregato al Comitato speciale del Consiglio superiore per il terremoto ed ebbe perciò a partecipare alle visite della sottocommissione sui luoghi colpiti.

Infine prese parte, come fu detto, ai sopraluoghi, in unione agli ingegneri del Genio Civile, pei provvedimenti in relazione al terremoto stesso.

Nei mesi di maggio-giugno e novembre-dicembre l'ing. Pilotti, in seguito alla notevole siccità avvenuta in Sardegna, fu incaricato di procedere a studi di ricerca d'acque nella provincia di Sassari. In seguito a tali studi compilò una relazione, da cui risulta come, oltre ad alcune trivellazioni per ricerca d'acque profonde, si possa in quella regione, per le speciali sue condizioni geologiche, procedere a numerosi lavori di ricerca d'acque superficiali sia per uso potabile, sia, e soprattutto, per uso agricolo.

Ritornò poi in Sardegna nei mesi di febbraio-marzo 1915 e nel mese di aprile, sia per ispezionare le trivellazioni iniziate in provincia di Sassari, sia per fissare alcune località adatte per i lavori di ricerca d'acque superficiali più sopra accennati: località che sono frequenti nelle regioni scistoso-granitiche (Ozierese, Nuorese), dove i contatti fra scisti e graniti od altre roccie eruttive, e fra scisti e calcari paleozoici in essi inclusi, essendo spesso acquiferi, offrono la possibilità d'iniziare molti di tali lavori.

Durante la sua permanenza in Sardegna, fu pure incaricato dalla Direzione Generale della Carceri di fare studi di ricerca d'acque per le Colonie Penali della provincia di Sassari; specialmente per quella di Mamone (Bitti), potè dare delle direttive per lavori del genere ora accennati.

Nel mese di ottobre 1914 prese parte in Roma ad alcune sedute della Commissione di esami per aspiranti conduttori di caldaie a vapore.

Nel marzo 1915 fu incaricato del Ministero dei LL. PP. di studiare, insieme all'ing. capo dell'Ufficio Idraulico del Genio Civile di Reggio Calabria, la frana Pitia minacciante l'abitato di Camini.

Nell'aprile 1915 si recò in Calabria, per incarico della Direzione Generale di Sanità, onde studiare la possibilità di aumentare, con speciali opere, la portata dell'acqua da allacciarsi per gli acquedotti progettati per Amendolara e Francavilla Marittima (Cosenza).

Ebbe infine, come fu detto, l'incarico della visita degli abitati danneggiati dal terremoto.

L'ing. FIORENTIN durante il primo semestre del 1914 rimase in Libia per compiere la sua missione geologica–idrografica iniziatasi fino dall'aprile 1913 e in occasione del ritorno fece un breve viaggio in Tunisia.

Anch'egli, come si disse, prese parte ai lavori pel terremoto della Marsica.

L'ing. PULLÉ nella primavera del 1914 fu incaricato di compiere studi idrologici in Sardegna per conto dell'Ufficio speciale all'uopo creato dal Ministero d'Agricoltura, Industria e Commercio.

Nell'autunno proseguendo i detti studi, si occupò del rifornimento idrico di Carloforte.

Nel 1915 contribuì, come gli altri di cui fu fatto cenno, allo studio dei provvedimenti per gli abitati colpiti dal terremoto.

CORSI LIBERI UNIVERSITARI TENUTI DAL PERSONALE DEL R. UFFICIO GEOLOGICO.

L'attività degli ingegneri del nostro ufficio di manifesta anche nei corsi che alcuni di essi tengono quali liberi docenti presso la R. Università di Roma e la R. Scuola d'Applicazione degli Ingegneri. Per tali corsi, occorrendo l'uso di collezioni e di strumenti, la Direzione della Carta geologica, da parecchi anni, dette l'autorizzazione a servirsi del proprio laboratorio. Non essendo difatti possibile il trasporto del materiale di studio fuori dell'Ufficio Geologico, i singoli insegnanti ottennero di fare le loro lezioni o una parte di esse, nei locali dello stesso Ufficio. E con ciò si ottenne pure che corsi tenuti dai nostri geologi e per materie attinenti al proprio ufficio poterono avere nei medesimi una sede più opportuna.

Da parecchi anni tali corsi vengono tenuti dall'ing. prof. V. Novarese e dall'ing. prof. V. Sabatini, il primo per la Geologia applicata alle Miniere, il secondo per un ciclo d'insegnamento sulla Vulcanologia generale, Vulcanologia descrittiva, Ottica microscopica e Petrografia, di cui i programmi per l'anno testè finito saranno allegati in calce alla presente relazione.

PUBBLICAZIONI.

Durante il periodo dal 1º gennaio 1914 al 30 giugno 1915 furono pubblicati i fogli alla scala di 1:100.000 di Oulx, 54, e Cesana Torinese, 66, nelle Alpi Occidentali, e quello di Chiavari, 94, in Liguria.

Fu inoltre pubblicata una carta speciale alla scala di 1:40.000 dei dintorni di Brescia destinata specialmente alla illustrazione degli importanti giacimenti di pietra da costruzione del Botticino. La Carta, accompagnata da una grande tavola di sezioni geologiche in cromolitografia, correda la memoria relativa ad opera dell'ing. capo Zaccagna.

La carta geologica della città di Roma e dintorni alla scala di 1:15.000, dovuta agli studi ed ai rilevamenti del gen. ing. A. Verri, ha finalmente veduto la luce in questi giorni ed è un lavoro che sarà giustamente apprezzato pel suo interesse scientifico e pratico.

Sono state infine pubblicate 5 tavolette alla scala di 1:25.000 della regione marmifera delle Alpi Apuane.

La serie delle Memorie descrittive si arricchì in questo tempo dei volumi XVI e XVII contenenti rispettivamente il lavoro dell'ing. capo De Castro « Le miniere di mercurio del M. Amiata » e quello del prof. ing. Stella « Idrografia sotterranea della valle del Po ».

La pubblicazione del Bollettino ha subìto, come al solito, notevoli ritardi indipendentemente dal nostro Ufficio, il quale si propone quindi di studiare il modo di ovviare a tale inconveniente.

Dal vol XLIV, 1913-14 sono stati pubblicati tre fascicoli ed è in corso di stampa il 4º che chiuderà il volume.

E' stato infine pubblicato l'8º supplemento al catalogo della Biblioteca.

LABORATORIO CHIMICO.

Poichè il Comitato ha nella sua ultima riunione unanimemente riconosciuta l'assoluta necessità di accrescere il personale del Laboratorio chimico, basterebbe quì lamentare che nessun provvedimento siasi potuto prendere a un rimedio di un male che non fa che aggravarsi.

Ma a discarico della responsabilità della Direzione dell'Ufficio ed in particolar modo di quella dell'ingegnere che da solo attende al laboratorio stesso, si ripete che l'utilità di questo, così come è ridotto, non può essere che minima, qualunque possa essere la diligenza dell'ingegnere stesso.

E' ovvio infatti, per chiunque intenda cosa sia il lavoro del chimico analista, che un laboratorio affidato ad una sola persona (alla quale per giunta spetta di occuparsi di troppe altre cose) e destinato ad un tempo all'analisi di rocce per intenti strettamente scientifici ed a saggi e ricerche di tutt'altro carattere, che, per quanto partitamente considerati possono essere di lieve entità, assorbono tempo e, ciò che più è, interrompono le analisi rigorose e con l'interruzione nuocciono loro doppiamente; un tale laboratorio, diciamo, non offre soddisfazione per chi vi dedica il proprio tempo e non presenta che un'utilità molto inferiore a quella che si potrebbe attenderne.

Nella lusinga che si trovi un qualche rimedio a questa deficienza di personale, la direzione ha intanto disposto, nella progettata nuova sistemazione dell'Ufficio nei locali notevolmente accresciuti, che al Laboratorio sia data una conveniente estensione; in modo che lo spazio non abbia a difettare per il lavoro proficuo di un sufficiente personale. Anche perchè l'ing. Aichino, cui è affidato attualmente il Laboratorio, insiste – e pare ragionevolmente – perchè questo Laboratorio, ingrandito, sia a servizio, non del solo Corpo delle Miniere, ma anche dell'Ispettorato Idraulico, il quale comprende fra il suo personale parecchi chimici e dovrebbe avere, secondo le norme che lo regolano, un laboratorio; ed anzi, ha persino del materiale per esso, materiale che ora è immagazzinato, inutile ingombro, in un locale del Ministero di Agricoltura. Pensa l'ing. Aichino, e desidera sia detto innanzi al Comitato geologico e rimanga negli atti, sia cosa in niun modo giustificabile che due servizi, il minerario-geologico e l'idraulico, dipendenti da uno stesso Ministero, non solo, ma da uno stesso Ispettorato generale, figurino di avere ciascuno un laboratorio chimico, all'uno dei quali manca il personale ed all'altro il locale. Aggiunge egli che sarebbe logico riunire i mezzi disponibili, per quanto limitati essi siano, per creare un solo laboratorio; il quale sarebbe un *Laboratorio di chimica minerale*, che potrebbe gradatamente svilupparsi e del quale l'utilità pratica e scientifica non ha bisogno di essere illustrata ai membri del Comitato.

Tanto ho detto a soddisfazione del desiderio formalmente espressomi dall'ing. Aichino.

Sistemazione dell' Ufficio nel locale ingrandito.

Come è già noto al Comitato, S. E. il Ministro ha disposto che tutto l'edificio in cui ha sede l'Ufficio geologico venga a questo assegnato. Una parte ne è tuttora occupata dalla R. Stazione di Patologia Vegetale, della quale però è già stabilito il trasferimento in un altro locale, più conforme alla natura di tale ufficio, attualmente molto a disagio. Intanto però abbiamo cominciata la nuova sistemazione delle nostre collezioni alle quali sarà possibile finalmente dare quell'ordinamento e quello sviluppo che l'importanza loro da tempo reclamava. E poichè i nuovi locali sin d'ora disponibili sono quelli del primo piano in cui è ovvio collocare il materiale più pesante, che nel tempo stesso è quello che richiamerà di preferenza l'attenzione del pubblico, così abbiamo cominciato col disporvi le collezioni di carattere industriale, prodotti di miniere e cave, riservando una sala all'esposizione dei marmi di cui possediamo già raccolte di gran valore, che con relativa facilità si potranno completare.

Siccome tutte le spese gravano sul bilancio (già tanto magro) del Servizio geologico, non potremo procedere con quella sollecitudine che sarebbe nei nostri desideri. Ma conseguiremo egualmente subito un vantaggio diretto per i nostri lavori; in quanto col trasporto di quelle collezioni industriali diverrà disponibile un buon numero di scaffali (al 2° piano) in cui ordinare i campioni del rilevamento. I quali per gran parte – e cioè per quella raccolta negli ultimi anni – sono ora ammassati all'ultimo piano in modo tale, che oltre ad essere sottratti all'esame degli studiosi estranei, non possono essere utilizzati dai nostri funzionari che a costo di grandi difficoltà e di notevole spreco di tempo.

Aggiungiamo che, pur rammaricandoci di non poter destinare alla Società geologica un locale più degno, saremo in grado di sostituire (e forse in questo stesso anno) all'attuale stanzino in cui sono depositati i libri, un ambiente sufficientemente vasto per poter dare ed essi una conveniente sistemazione, prevedendo almeno i bisogni di un discreto numero di anni.

BIBLIOTECA.

Durante l'anno finanziario 1914–1915 sono giunti alla Biblioteca circa 1644 (volumi, fascicoli ed opuscoli) e 205 carte.

Questo materiale fu in parte acquistato nella misura indicata dall'annessa nota delle spese, ma la parte maggiore di esso è pervenuta per cambi o doni. Il valore totale di tutto questo materiale, quale risulta dalle variazioni fatte all'inventario della Biblioteca, è di L. 3968,65. Le riviste di Società ed Istituti scientifici pervenute alla Biblioteca si dividono, secondo le lingue, in: italiane n. 97, francesi n. 47, tedesche n. 77, inglesi n. 82, spagnole n. 21, olandesi n. 2, slave n. 25, diverse n. 10.

Oltre alla sistemazione di questo materiale e la sua registrazione a catalogo e ad inventario, fu spinta avanti per quanto si è potuto (visto il disgraziato contratto che ci lega al tipografo) la stampa dell'8° Supplemento al Catalogo, l'originale del quale fu consegnato all'Economato nel maggio 1913. Furono anche preparate 1647 schede per il nuovo schedario della Biblioteca, che sommate con le 4768, eseguite negli anni precedenti, danno un totale di 6415 schede; e 1275 per il nuovo schedario bibliografico, che sommate con le 943 precedentemente eseguite danno un totale di 2218 schede.

Le spese per la Biblioteca fatte in quest'anno finanziario sono le seguenti:

per 14 cassette di noce lustre	L.	190,00
per abbonamenti ed acquisto di libri e riviste	»	1804,30
per rilegature	»	383,25
	L.	2377,55

COLLEZIONI.

Nessuna variazione è avvenuta nelle collezioni geologiche e paleontologiche ad eccezione di qualche lieve aumento in quelle dell'Umbria, degli Abruzzi, della Sardegna e della Libia in accordo col limitato procedere del rilevamento ed in conseguenza della missione dell'ing. capo Zaccagna nella regione occidentale della Tripolitania come fu detto più sopra.

La collezione dei materiali edilizi e ornamentali fu invece momentaneamente privata della importante collezione dei marmi apuani, inviata all'esposizione mondiale di S. Francisco in California.

PROGRAMMA DEI LAVORI E DELLE PUBBLICAZIONI DA FARSI DURANTE L'ANNO FINANZIARIO 1915-16

In questo momento in cui il nostro paese è chiamato a preparare colle armi il suo avvenire non è possibile fissare in termini precisi un programma di lavori di campagna, anche per il fatto che tali lavori potrebbero essere ostacolati in certe date località dall'attiva e scrupolosa sorveglianza delle autorità civili e militari contro lo spionaggio. Potrà dirsi soltanto che sarà dato speciale impulso al rilevamento dell'Iglesiente applicando ad esso la maggior parte del corpo operatore e che sarà proseguito quello della Liguria, dell'Umbria, dello Aquilano e dei Vulsini. Saranno inoltre continuate le revisioni nella Campania per la preparazione dei fogli alla scala di 1:100.000 destinati ad una prossima pubblicazione, e possibilmente quelle di alcuni fogli delle Alpi Occidentali già pronti per la stampa che non fu possibile rivedere nella passata campagna.

Quanto alle pubblicazioni si prevedono quelle di alcuni fogli delle Alpi Occidentali e Marittime già disegnati alla scala di 1:100.000, quali Cannobio, Biella, Varallo, Argentera, Dronero, Demonte, Boves, S. Remo e Porto Maurizio. Potrà inoltre iniziarsi la pubblicazione di quelli della carta geologica d'insieme alla scala di 1:250.000, secondo i voti già espressi dal Comitato nella riunione dell'anno scorso. I fogli pronti per la stampa sarebbero quelli di Siena, Livorno, Orbetello, Napoli e Potenza.

APPENDICE ALLA RELAZIONE

VITTORIO NOVARESE

Programma del corso di "Geologia applicata alle miniere" nella R. Scuola d'applicazione per gli ingegneri di Roma

I giacimenti di sostanze minerali utili e loro coltivazione.

I.

Generalità — Cenni introduttivi sommarii di litologia, stratigrafia e tettonica.

Giacitura delle masse minerali — Forma — Classificazione secondo la forma — Strati — Filoni — Ammassi.

Natura delle masse minerali — Litoidi — Metallifere — Minerali che le costituiscono.

Struttura delle masse minerali — Varia distribuzione della parte utile dentro la loro massa.

Origine dei giacimenti — Classificazione genetica.

Giacimenti sedimentari — Caratteri — Banchi — Strati — Potenza; estensione — Forma originaria e forma acquisita — Particolarità — Giacimenti clastici.

Giacimenti eruttivi o massicci — Impregnazioni — Concentrazione ed estrazione magmatica.

Giacimenti dovuti a riempimenti di cavità o concrezionarii — Filoni; loro classificazione: di spaccatura, di contatto; filoni-strati — Mineralizzazione dei filoni — Classificazione a seconda della mineralizzazione.

Giacimenti metasomatici.

Le accidentalità nella forma dei giacimenti — Pieghe — Fratture — Rigetti.

II.

Rassegna dei giacimenti più noti di minerali utili, con particolare riguardo di quelli italiani.

Solfo — Combustibili fossili solidi — Ferro — Manganese — Piombo — Zinco — Argento — Antimonio — Mercurio — Oro — Rame — Nichelio — Cobalto — Pirite — Grafite.

Acido borico — Salgemma — Allumite — Beauxite — Asfalto — Bitumi liquidi (petrolii ecc.).

Sostanze lapidee di uso industriale: Caolino, talco, coti ecc.

Sostanze lapidee di uso ornamentale ed edilizio: Marmi; Graniti; Arenarie; Gesso; argille, sabbie, ecc.

III.

Cenni di arte mineraria — Ricerca dei giacimenti minerarii e loro esplorazione — Ricerca geologica — Ricerca archeologica — Lavori di ricerca ordinarii — Trivellazioni — Varii metodi di trivellazione — Ricerche di acqua e di petrolio.

Lavori di preparazione e tracciamento del campo minerario — Gallerie — Pozzi.

Coltivazione — Metodi varii di coltivazione nei banchi, nei filoni ed in altre forme di giacimenti.

Servizi vari di miniera — Trasporto interno — Estrazione — Trasporto esterno — Esaurimento delle acque — Ventilazione.

Cenni di preparazione meccanica.

Legislazione mineraria.

VENTURINO SABATINI

Programma del corso libero di "Studio delle rocce" tenuto nella R. Università di Roma durante l'anno 1914-915

PARTE I.

Microscopio polarizzante.

1. Riassunto della teoria della luce — Movimento vibratorio, sua propagazione, luce naturale e polarizzata — Composizione dei movimenti vibratorii — Colorazione della luce pel fenomeno delle interferenze — Frange di Fresnel — Onde luminose, riflessione e rifrazione — Dispersione, riflessione totale — Doppia rifrazione — Idem nei cristalli.

2. Lenti e strumenti di ottica — Microscopio — Cammino dei raggi luminosi — Diaframmi — Obiettivi ed apertura numerica — Oculari — Oculare di Huygens, oculare di Ramsden — Ingrandimento per opera d'un obbiettivo, d'un oculare e delle loro combinazioni — Misura di tale ingrandimento — Camera chiara — Operazioni che si possono effettuare col microscopio ordinario.

3. Apparecchi di polarizzazione — Polarizzatori diversi — Prisma di Nicol, sua teoria — Prisma di Foucault, di Hartnack e di Urompson.

4. Microscopii polarizzanti — Microscopii con centramento fisso, con centramento facoltativo, con nicol girevoli.

5. Riassunto delle teorie per l'esame dei cristalli in luce parallela e in luce convergente.

6. Ricerca degli assi di elasticità e dell'ordine cui appartiene una data colorazione nella scala di Newton — Misure di birifrangenza — Comparatori e compensatori — Comparatore di Michel-Lévy, compensatore di Babinet.

7. Piatto mobile — Apparecchio di Fedorof, apparecchio di Wallerant.

8. Estinzioni — Tavole di Michel-Lévy sui felspati e loro uso — Teoria del loro tracciamento.

9. Assorbimento e policroismo.

PARTE II.

Studio delle rocce.

1. Costituzione della Terra e divisioni fondamentali delle sue rocce (eruttive, sedimentarie e cristallofilliane).

2. *Facies* geologica delle rocce. Modo di giacimento per ogni categoria.

3. Dislocazione delle rocce — Disgiunzione e divisibilità.

4. Separazione degli elementi delle rocce — Metodo col peso specifico, metodi magnetici ed elettro-magnetici, metodi chimici.

5. Durezza, fusibilità, saggi chimici e microchimici.

6. Elementi delle rocce — Composizione chimica delle rocce, loro forma, dimensioni, struttura, importanza relativa — Accenni sulla loro genesi.

7. Elementi più importanti delle rocce e loro caratteri principali.

8. Proprietà più importanti delle rocce dal punto di vista tecnico — Condizioni di estrazione, facilità di lavoro, rapidità di consumo, resistenza, resistenza alla compressione, alla trazione e alla flessione.

9. Peso specifico.

10. Resistenza al gelo, dissoluzione e trasformazione chimica, distruzione per opera della vegetazione.

11. Permeabilità — Conduttibilità calorifica.

12. Aspetto della frattura, colore, polimento.

13. Rocce adoperate nei monumenti antichi e moderni.

14. *Rocce eruttive.* — Composizione chimica, principii della differenziazione dei magmi — Solidificazione delle rocce eruttive.

15. Loro struttura e tessitura — Loro classificazione.

16. Rocce con felspati alcalini, con felspati alcalini e felspatoidi, con felspati calcosodici, con felspati calcosodici e con felspatoidi, con soli felspatoidi, senza felspati nè felspatoidi.

17. Metamorfismo di contatto, endomorfismo, esomorfismo — Metamorfismo regionale.

18. Meteoriti.

19. *Rocce sedimentarie* — Loro distruzione coll'acqua, l'aria, il ghiaccio, l'irraggiamento solare, gli elementi biologici.

20. Ablazione e trasporto dei prodotti della distruzione.

21. Deposito dei prodotti precedenti.

22. Sedimenti detritici, di precipitazione chimica, d'origine organica.

23. *Rocce cristallofilliane* (scisti cristallini). — Loro origine, tipi principali.

THE NEW YORK
ACADEMY OF SCIENCES

Vol. XLV (5° della Serie Vª) Anno 1915 - Fasc. 1-2.

BOLLETTINO

DEL

R. COMITATO GEOLOGICO D'ITALIA

SOMMARIO DEL FASCICOLO

V. Novarese: P. Zezi (Necrologia).

Note originali. — I. - P. Toso: Sul modo di formazione dei giacimenti petroliferi e solfiferi. — II. - P. Moderni: Su la conca di Bolsena. — III. - G. Checchia-Rispoli: Sopra alcuni echinidi del Cretaceo superiore della Tripolitania.

Parte ufficiale. — Nomine nel R. Comitato geologico. — Verbale dell'adunanza del 28 Giugno 1915. — Relazione del Direttore.

Bibliografia geologica italiana per il 1913.

ROMA
TIPOGRAFIA DITTA LUDOVICO CECCHINI

1915

ELENCO
DEI COMPONENTI IL COMITATO E L'UFFICIO GEOLOGICO

(Dicembre 1915)

R. Comitato geologico.

Issel Arturo, prof. di geologia, R. Università di Genova, *Presidente.*
Bassani Francesco, prof. di geologia, R. Università di Napoli.
Cermenati Mario, Deputato al Parlamento, prof. di storia delle scienze naturali, R. Università di Roma.
De Lorenzo Giuseppe, Senatore, prof. di geografia fisica, R. Università di Napoli.
Di Stefano Giovanni, prof. di geologia, R. Università di Palermo.
Mazzuoli Lucio, Ispettore superiore del R. Corpo delle Miniere, in riposo, Roma.
Parona Carlo Fabrizio, prof. di geologia, R. Università di Torino.
Taramelli Torquato, prof. di geologia, R. Università di Pavia.
Zambonini Ferruccio, prof. di mineralogia, R. Università di Torino.
Il Direttore del R. Istituto geografico militare, in Firenze.
Il Presidente della Società geologica italiana.
Baldacci Luigi, Ispettore superiore, Capo del R. Corpo delle Miniere, Roma.
Mazzetti Lodovico, Ispettore superiore del R. Corpo delle Miniere, Roma.
Lotti Bernardino, Ing. Capo del R. Corpo delle Miniere, Direttore del R. Ufficio geologico.

Personale addetto ai lavori della Carta geologica.

Direzione:

Ing. Baldacci Luigi, predetto.

R. Ufficio geologico:

Ing.ri capi
- Lotti Bernardino, direttore.
- Zaccagna Domenico.
- Aichino Giovanni, vice-direttore.
- Novarese Vittorio.
- Sabatini Venturino.
- Franchi Secondo.

Ingegneri
- Crema Camillo.
- Taricco Michele.
- Pilotti Camillo.
- Grossi Mario.
- Fiorentin Luigi.

Aiutanti principali
- Cassetti Michele.
- Tissi Enrico.
- Moderni Pompeo, bibliotecario.

Archivisti disegnatori
- Cozzolino Filippo.
- Aureli Amedeo.

Ufficiale d'ordine: Chelotti Giuseppe.

Uscieri
- Sparvoli Vincenzo (preparatore presso il laboratorio chimico-petrografico).
- Francesconi Luigi.
- Salvatelli Filippo.

La sede del R. Ufficio Geologico è in Roma, *Via S. Susanna, n. 13.*

THE NEW YORK
ACADEMY OF SCIENCES

Vol. XLV (5° della Serie Vª) Anno 1915 - Fasc. 3-4.

BOLLETTINO

DEL

R. COMITATO GEOLOGICO D'ITALIA

SOMMARIO DEL FASCICOLO

Note originali. — I. - B. Lotti: Il monte Fumaiolo e le sue sorgenti. — II. - V. Novarese: Il Quaternario in Val d'Aosta e nelle valli del Canavese. Parte III. — III. - V. Sabatini: Considerazioni sismologiche. — IV. - V. Sabatini: Su la conca di Bolsena. — V. - S. Franchi: Le « arenarie di Annot » e la « zona ad Helminthoida » nell'Eocene delle Alpi Marittime e dell'Appennino genovese. — VI. - C. Crema: Alcune notizie sulla polla di Cadimare, sulla Sprugola della Spezia e sui tentativi fatti per captarne le acque. — VII. - M. Taricco: Nota preliminare su località fossilifere nel Sarrabus (Sardegna).

Bibliografia geologica italiana per il 1913. (Continuazione e fine).

ROMA
TIPOGRAFIA DITTA LUDOVICO CECCHINI

1916

ELENCO

DEI COMPONENTI IL COMITATO E L'UFFICIO GEOLOGICO

(Aprile 1916)

R. Comitato geologico.

Issel Arturo, prof. di geologia, R. Università di Genova, *Presidente.*
Bassani Francesco, prof. di geologia, R. Università di Napoli.
Cermenati Mario, Deputato al Parlamento, prof. di storia delle scienze naturali, R. Università di Roma.
De Lorenzo Giuseppe, Senatore, prof. di geografia fisica, R. Università di Napoli.
Di Stefano Giovanni, prof. di geologia, R. Università di Palermo.
Mazzuoli Lucio, Ispettore superiore del R. Corpo delle Miniere, in riposo, Roma.
Parona Carlo Fabrizio, prof. di geologia, R. Università di Torino.
Taramelli Torquato, prof. di geologia, R. Università di Pavia.
Zambonini Ferruccio, prof. di mineralogia, R. Università di Torino.
Il Direttore del R. Istituto geografico militare, in Firenze.
Il Presidente della Società geologica italiana.
Baldacci Luigi, Ispettore superiore, Capo del R. Corpo delle Miniere, Roma.
Mazzetti Lodovico, Ispettore superiore del R. Corpo delle Miniere, Roma.
Lotti Bernardino, Ing. Capo del R. Corpo delle Miniere, Direttore del R. Ufficio geologico.

Personale addetto ai lavori della Carta geologica.

Direzione:

Ing. Baldacci Luigi, predetto.

R. Ufficio geologico:

Ing.ri capi
- Lotti Bernardino, direttore.
- Zaccagna Domenico.
- Aichino Giovanni, vice-direttore.
- Novarese Vittorio.
- Sabatini Venturino.
- Franchi Secondo.

Ingegneri
- Crema Camillo.
- Taricco Michele.
- Pilotti Camillo.
- Grossi Mario.
- Fiorentin Luigi.

Aiutanti principali
- Cassetti Michele.
- Tissi Enrico.
- Moderni Pompeo, bibliotecario.

Archivisti disegnatori
- Cozzolino Filippo.
- Aureli Amedeo.

Ufficiale d'ordine: Chelotti Giuseppe.

Uscieri
- Sparvoli Vincenzo (preparatore presso il laboratorio chimico-petrografico).
- Francesconi Luigi.
- Salvatelli Filippo.

La sede del R. Ufficio Geologico è in Roma, *Via S. Susanna, n. 13.*

RECENTI PUBBLICAZIONI

del R. Ufficio geologico

Memorie descrittive della Carta geologica d'Italia. Vol. XVII. — **Studi sulla idrologia sotterranea della pianura del Po**, del prof. A. Stella, già Ingegnere nel C. R. delle Miniere. — 1 vol. di cm. 19×27, pag. xi, 151, con 10 tavole . . . . L. 6.—

Carta geologica di Roma nella scala di 1 a 15.000, con cenni spiegativi; pubblicata dal R. Ufficio geologico su rilevamento del tenente generale A. Verri . . . . » 3.—

Abbonamento annuo al " Bollettino ": per l'Italia, L. 8; per l'estero, L. 10.

Prezzo del volume L. 10; del presente fascicolo L. 5.

Per l'acquisto delle pubblicazioni del R. Ufficio geologico rivolgersi: alla ditta Fratelli Treves; ed all'Istituto geografico De Agostini (Novara, Roma).

Abbonamento annuo al “Bollettino del R. Comitato geologico”:
per l'Italia, L. 8; per l'estero, L. 10.

Prezzo del volume L. 10; del fascicolo semplice L. 2,50; doppio L. 5.

Per l'acquisto delle pubblicazioni del R. Ufficio geologico rivolgersi: alla ditta Fratelli Treves; ed all'Istituto geografico De Agostini (Novara, Roma).

o d'Italia.

AMNH LIBRARY
100209028